

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-122269

(43)Date of publication of application : 25.04.2003

(51)Int.Cl. G09F 9/30
B32B 17/10
C03C 17/32
// G02F 1/1333

(21)Application number : 2001-320062

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.10.2001

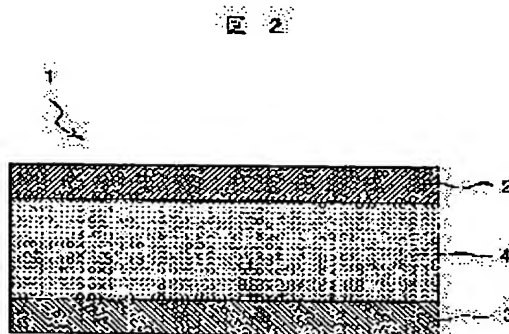
(72)Inventor : OAKU HITOTSUGU
HANAWA YASUO
AMAGI SHIGEO
OISHI TOMOJI
KONDO KATSUMI

(54) SUBSTRATE FOR DISPLAY ELEMENT AND DISPLAY ELEMENT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simultaneously achieve a lighter weight, thinner thickness, higher reliability, higher heat resistance, and higher impact resistance with substrate for a display element.

SOLUTION: The substrate 1 for the display element is composed of a pair of extremely thin glass sheets 2 and 3 facing each other and a layer 4 of a material consisting of a resin held between the glass sheets 2 and 3 and is made immanent with the compressive stress occurring in the layer 4 in the segments of the glass sheets 2 and 3. The extremely thin glass sheet segments of the substrate for the display element are made hardly breakable, by which the impact resistance is improved and the compatibility of the high reliability with the lightweightness and the thin type is made possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The substrate for display devices characterized by being constituted in the substrate for display devices which has the resin ingredient layer pinched between the glass plate of the pair which counters, and the glass plate of this pair so that it may be inherent in this glass plate in compressive strain.

[Claim 2] The compressive strain which were inherent in said glass plate in the substrate for display devices of claim 1 are substrates for display devices characterized by being the compressive strain by said pinched resin ingredient layer.

[Claim 3] It is the substrate for display devices characterized by said resin ingredient layer being thermosetting resin except polyurethane in claim 1 or the substrate for display devices of 2.

[Claim 4] It is the substrate for display devices characterized by said resin ingredient layer being an epoxy resin in the substrate for display devices of three given in any 1 term from claim 1.

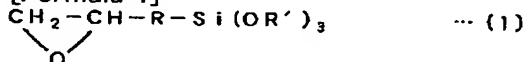
[Claim 5] It is the substrate for display devices characterized by said resin ingredient layer being inorganic-organic hybrid material in the substrate for display devices of four given in any 1 term from claim 1.

[Claim 6] It is the substrate for display devices characterized by said resin ingredient layer being inorganic-organic hybrid material of epoxy-silicon system in the substrate for display devices of five given in any 1 term from claim 1.

[Claim 7] It is the substrate for display devices characterized by being inorganic - organic hybrid material of epoxy-silicon system by which said resin ingredient layer was compounded using the epoxy resin and the organic silicon compound in the substrate for display devices of six given in any 1 term from claim 1.

[Claim 8] It is the substrate for display devices characterized by consisting of an inorganic-organic hybrid material compounded using the epoxy mold organic silicon alkoxide as which said resin ingredient layer is expressed in the following chemical formula 1 in the substrate for display devices of seven given in any 1 term from claim 1.

[Formula 1]

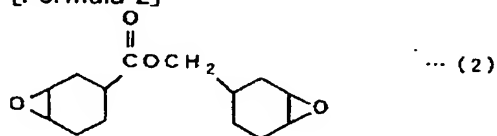


In the [above-mentioned chemical formula 1, R and R' is an organic radical.]

[Claim 9] In the substrate for display devices of eight given in any 1 term from claim 1 said resin ingredient layer Bisphenol A, Bisphenol F, tetrabromobisphenol A, tetra-FENI roll ethane, a phenol novolak, Or o-cresol novolak The glycidyl ether mold epoxy resin, hexahydro phthalic anhydride, or dimer acid of the alcoholic system which uses as the main raw material the glycidyl ether mold epoxy resin, the polypropylene glycol, or hydrogenation bisphenol A of the phenol system used as the main raw material The epoxy resin of the hybrid model which uses as the main raw material the glycidyl amine mold epoxy resin, the para aminophenol, or the p-oxy-benzoic acid which uses as the main raw material the glycidyl ester mold epoxy resin used as the main raw material, a diamino phenylmethane, isocyanuric acid, or hydantoin, Or the substrate for display devices characterized by consisting of an inorganic - organic hybrid material which used any of the epoxy resin which uses

the ester of the following chemical formula 2 as the main raw material they were, and was compounded.

[Formula 2]



[Claim 10] It sets from claim 6 to the substrate for display devices of nine given in any 1 term, and, for the content of a silicon component, all silicon components are [said resin ingredient layer] SiO₂. Substrate for display devices characterized by and being fewer than 0 % of the weight than 30 % of the weight when it is assumed that it has become.

[Claim 11] It sets from claim 6 to the substrate for display devices of nine given in any 1 term, and, for the content of a silicon component, all silicon components are [said resin ingredient layer] SiO₂. Substrate for display devices characterized by and being fewer than 4 % of the weight than 15 % of the weight when it is assumed that it has become.

[Claim 12] The compressive strain which were inherent in said glass plate section in the substrate for display devices of 11 given in any 1 term from claim 1 are 1.9×10^{-4} . Substrate for display devices characterized by being above.

[Claim 13] Setting from claim 1 to the substrate for display devices of 12 given in any 1 term, the thickness of the substrate for display devices is 0.3mm. Substrate for display devices characterized by being the following.

[Claim 14] The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the formula 1 in the substrate for display devices of 13 given in any 1 term from claim 1.

[Equation 1]

$$\left| \frac{(\alpha_{\text{g}} - \alpha_{\text{r}}) \times \Delta T_{\text{x}}(E_{\text{r}} \times h_{\text{r}})}{(E_{\text{r}} \times h_{\text{r}}) + (E_{\text{g}} \times h_{\text{g}})} \right| \geq 1.9 \times 10^{-4} \text{ — (formula 1)}$$

[— here, ΔT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the glass transition temperature (T_{g}) of the layer of the ingredient which consists of said resin. (In addition, when the highest attainment temperature at the time of hardening of the layer of the ingredient which consists of said resin, or molding is below the glass transition temperature (T_{g}) of this ingredient, the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of this hardening or molding is shown.)

moreover, the coefficient of linear expansion of α_{g} = use glass, the coefficient of linear expansion of the ingredient which consists of α_{r} = resin, the elastic modulus of E_{g} = glass, the elastic modulus of the ingredient which consists of E_{r} = resin, the sum total thickness of h_{g} = glass plate, and the thickness of the ingredient which consists of h_{r} = resin — it comes out.]

[Claim 15] The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the formula 2 in the substrate for display devices of 13 given in any 1 term from claim 1.

[Equation 2]

$$\frac{\alpha_{\text{r}} \times \Delta T_{\text{x}}(E_{\text{r}} \times h_{\text{r}})}{E_{\text{g}} \times h_{\text{g}}} \geq 1.9 \times 10^{-4} \text{ — (formula 2)}$$

[Claim 16] The substrate for display devices characterized by the sum total of the board thickness of said glass plate being 60 micrometers or more in the substrate for display devices according to claim 15.

[Claim 17] The substrate for display devices characterized by the sum total of the board thickness of said glass plate being 100 micrometers or more in the substrate for display devices according to claim 15.

[Claim 18] The substrate for display devices characterized by the sum total of the board thickness of said glass plate being 140 micrometers or more in the substrate for display devices according to claim 15.

[Claim 19] The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the formula 3 in the substrate for display devices of 13 given in any 1 term from claim 1.

[Equation 3]

$$\alpha_{\text{r}} \times \Delta T_{\text{x}}(E_{\text{r}} \times h_{\text{r}}) \geq 2800 \text{—pascal meter (Pa-m)}$$

— (formula 3)

[Claim 20] The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the formula 4 in the substrate for display devices of 19 given in any 1 term from claim 1.

[Equation 4]

$(\alpha \times \Delta T \times h_r) \geq 1.4 \times 10^{-6} \text{ m}$ — (formula 4)

[Claim 21] The substrate for display devices which the sum total of the board thickness of said glass plate is 150 micrometers or less, and is characterized by filling the relation as which it was indicated in the formula 5 in the substrate for display devices of 13 given in any 1 term from claim 1.

[Equation 5]

$\{\alpha \times \Delta T \times (E \times h_r)\} \geq 2100 \text{ Pa} \cdot \text{m}$ — (formula 5)

[Claim 22] The substrate for display devices which the sum total of the board thickness of said glass plate is 100 micrometers or less, and is characterized by filling the relation as which it was indicated in the formula 6 in the substrate for display devices of 13 given in any 1 term from claim 1.

[Equation 6]

$\{\alpha \times \Delta T \times (E \times h_r)\} \geq 1400 \text{ Pa} \cdot \text{m}$ — (formula 6)

[Claim 23] It is the substrate for display devices characterized by being the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of hardening of the ingredient with which the highest attainment temperature at the time of hardening of said resin ingredient layer or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, and ΔT constitutes said resin ingredient layer, or molding in the substrate for display devices of 22 given in any 1 term from claim 14.

[Claim 24] The compressive strain which were inherent in said glass plate section in the substrate for display devices of 11 given in any 1 term from claim 1 are 3.4×10^{-4} . Substrate for display devices characterized by being the compressive strain of the above magnitude.

[Claim 25] Setting to the substrate for display devices of claim 24, the thickness of the substrate for display devices is 0.3mm. Substrate for display devices characterized by being the following.

[Claim 26] The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the formula 7 in claim 24 or the substrate for display devices of 25.

[Equation 7]

$|\{(\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{(E_r \times h_r) + (E_g \times h_g)\}| \geq 3.4 \times 10^{-4}$ — (formula 7)

— here, ΔT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the glass transition temperature (T_g) of the layer of the ingredient which consists of said resin. (In addition, when the highest attainment temperature at the time of hardening of the layer of the ingredient which consists of said resin, or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of this hardening or molding is shown.)

moreover, the coefficient of linear expansion of α_g = use glass, the coefficient of linear expansion of the ingredient which consists of α_r = resin, the elastic modulus of E_g = glass, the elastic modulus of the ingredient which consists of E_r = resin, the sum total thickness of h_g = glass plate, and the thickness of the ingredient which consists of h_r = resin — it comes out.]

[Claim 27] The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the formula 8 in claim 24 or the substrate for display devices of 25.

[Equation 8]

$\{\alpha \times \Delta T \times (E \times h_r)\} / \{E_g \times h_g\} \geq 3.4 \times 10^{-4}$ — (formula 8)

[Claim 28] The substrate for display devices characterized by the sum total of the board thickness of said glass plate being 100 micrometers or more in the substrate for display devices of claim 27.

[Claim 29] The substrate for display devices characterized by the sum total of the board thickness of said glass plate being 140 micrometers or more in the substrate for display devices according to claim 27.

[Claim 30] The substrate for display devices which the sum total of the board thickness of said

glass plate is 140 micrometers or less, and is characterized by filling the relation as which it was indicated in the formula 9 in claim 24 or the substrate for display devices of 25.

[Equation 9]

$\{\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})\} \geq 3500 \text{ Pa}\cdot\text{m} \text{ — (formula 9)}$

[Claim 31] The substrate for display devices which the sum total of the board thickness of said glass plate is 140 micrometers or less, and is characterized by filling the relation as which it was indicated in the formula 10 in claim 24 or the substrate for display devices of 25.

[Equation 10]

$(\alpha \times \Delta T_{xhr}) \geq 1.7 \times 10^{-6} \text{ m} \text{ — (formula 10)}$

[Claim 32] The substrate for display devices which the sum total of the board thickness of said glass plate is 100 micrometers or less, and is characterized by filling the relation as which it was indicated in the formula 11 in claim 24 or the substrate for display devices of 25.

[Equation 11]

$\{\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})\} \geq 2500 \text{ Pa}\cdot\text{m} \text{ — (formula 11)}$

[Claim 33] The substrate for display devices which the sum total of the board thickness of said glass plate is 100 micrometers or less, and is characterized by filling the relation as which it was indicated in the formula 12 in claim 24 or the substrate for display devices of 25.

[Equation 12]

$(\alpha \times \Delta T_{xhr}) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m} \text{ — (formula 12)}$

[Claim 34] It is the substrate for display devices characterized by being the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of hardening of the ingredient with which the highest attainment temperature at the time of hardening of said resin ingredient layer or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, and ΔT constitutes said resin ingredient layer, or molding in the substrate for display devices of 33 given in any 1 term from claim 26.

[Claim 35] The compressive strain which the thickness of the substrate for display devices is 0.2mm or less, and were inherent in said glass plate section in the substrate for display devices of 11 given in any 1 term from claim 1 are 3.4×10^{-4} . Substrate for display devices characterized by being above.

[Claim 36] The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the formula 13 in the substrate for display devices of claim 35.

[Equation 13]

$| \{ (\alpha_{hg} - \alpha_{hr}) \times \Delta T_x(E_{xhr}) \} / \{ (E_{xhr}) + (E_{ghg}) \} | \geq 3.4 \times 10^{-4} \text{ — (formula 13)}$

[— here, ΔT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the glass transition temperature (T_g) of the layer of the ingredient which consists of said resin. (In addition, when the highest attainment temperature at the time of hardening of the layer of the ingredient which consists of said resin, or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of this hardening or molding is shown.)

moreover, the coefficient of linear expansion of α_{hg} = use glass, the coefficient of linear expansion of the ingredient which consists of α_{hr} = resin, the elastic modulus of E_g = glass, the elastic modulus of the ingredient which consists of E_r = resin, the sum total thickness of h_g = glass plate, and the thickness of the ingredient which consists of h_r = resin — it comes out.]

[Claim 37] The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the formula 14 in the substrate for display devices of claim 35.

[Equation 14]

$\{\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})\} / \{E_{ghg}\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \text{ — (formula 14)}$

[Claim 38] The substrate for display devices characterized by the sum total of the board thickness of said glass plate being 100 micrometers or more in the substrate for display devices of claim 37.

[Claim 39] The substrate for display devices which the sum total of the board thickness of said glass plate is 100 micrometers or less, and is characterized by filling the relation as which it was indicated in the formula 15 in the substrate for display devices of claim 35.

[Equation 15]

$\{\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})\} \geq 2500 \text{ Pa}\cdot\text{m} \text{ --- (formula 15)}$

[Claim 40] The substrate for display devices which the sum total of the board thickness of said glass plate is 100 micrometers or less, and is characterized by filling the relation as which it was indicated in the formula 16 in the substrate for display devices according to claim 35.

[Equation 16]

$(\alpha \times \Delta T_{xhr}) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{m} \text{ --- (formula 16)}$

[Claim 41] It is the substrate for display devices characterized by being the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of hardening of the ingredient with which the highest attainment temperature at the time of hardening of said resin ingredient layer or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, and ΔT constitutes said resin ingredient layer, or molding in the substrate for display devices of 40 given in any 1 term from claim 35.

[Claim 42] The compressive strain which were inherent in said glass plate section in the substrate for display devices of 11 given in any 1 term from claim 1 are 5.0×10^{-4} . Substrate for display devices characterized by being the compressive strain of the above magnitude.

[Claim 43] Setting to the substrate for display devices of claim 42, the thickness of the substrate for display devices is 0.3mm. Substrate for display devices characterized by being the following.

[Claim 44] The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the formula 17 in claim 42 or the substrate for display devices of 43.

[Equation 17]

$\{[(\alpha_{hg} - \alpha_{hr}) \times \Delta T_x(E_{xhr})] / [(E_{xhr}) + (E_{gxhg})]\} \geq 5.0 \times 10^{-4} \text{ --- (formula 17)}$

[— here, ΔT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the glass transition temperature (T_g) of the layer of the ingredient which consists of said resin. (In addition, when the highest attainment temperature at the time of hardening of the layer of the ingredient which consists of said resin, or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of this hardening or molding is shown.)

moreover, the coefficient of linear expansion of α_{hg} = use glass, the coefficient of linear expansion of the ingredient which consists of α_{hr} = resin, the elastic modulus of E_g = glass, the elastic modulus of the ingredient which consists of E_r = resin, the sum total thickness of h_g = glass plate, and the thickness of the ingredient which consists of h_r = resin — it comes out.]

[Claim 45] The substrate for display devices characterized by the sum total of the board thickness of said glass plate being 100 micrometers or more in the substrate for display devices of claim 44.

[Claim 46] The substrate for display devices characterized by the sum total of the board thickness of said glass plate being 140 micrometers or more in the substrate for display devices of claim 44.

[Claim 47] The display device which consisted of claims 1 using at least one substrate for display devices of 46 given in any 1 term.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the substrate for display devices which it is conventionally lightweight compared with a substrate, and is hard to damage in more detail about the substrate for display devices used for panel manufacture of a display device especially a liquid crystal display component, or an organic EL device.

[0002]

[Description of the Prior Art] The advanced information society based on an information network attains to individual level with maintenance of the rapid development and the digital-communication infrastructure of a computer network, and the number of users which takes part in the planning of a network positively with it increases remarkably, and is also diversifying and developing the needs increasingly.

[0003] In addition to the improvement (improvement in data-display capacity is also included) demand of information-processing capacity to the desktop PC used from the former, the demand which it connects with a network from all locations easily by freedom more using a cellular phone or a Personal Digital Assistant, and accesses to information grows, and evolution at the platform which offers various applications which incorporated what [from] only offers the function to image information to the cellular phone or the Personal Digital Assistant has come [consequently,] to be expected.

[0004] In addition to the communication facility for network connection, or improvement in data processing capacity, portable information devices, such as a Personal Digital Assistant, are asked for one step of improvement under such a situation from the fundamental engine performance as the goodness of the visibility of display information, and a portable information device which it is small, and is light and operability says that it is good and carrying is easy.

[0005] the engine performance which corresponds also to the flat-panel display which are main devices, i.e., the flat-panel display which makes in use a liquid crystal display component (or liquid crystal display (LCD)) and an organic EL device in the present condition, in a portable information device at this time — specifically, implementation of a display (highly minute display) of a light weight, a thin shape, and bright and legible high density will be called for strongly.

[0006] If the correspondence situation of the conventional technique is surveyed by making LCD into an example to these altitude and various demands, examination which corresponds by thin-shape-izing the substrate for LCD panel manufacture used in the first place to the demand of thin-shape-izing and lightweight-izing is made.

[0007] The substrate usually used in a LCD technical field is a glass substrate. Therefore, thin lightweight-ization of LCD should be attained to some extent by thin-shape-izing this glass substrate, i.e., using thinner glass for panel manufacture of LCD.

[0008] However, glass has originally the fault of being easy to be divided to impacts, such as fall and external press, and thin-shape-izing which exceeds the present condition far from a viewpoint of breakage prevention in the shock-proof list of LCD is difficult.

[0009] According to the liquid crystal device handbook (the volume 4.2 or 218 pages and for 142nd committee of Japan Society for the Promotion of Science of Chapter 4, the 1989 Nikkan Kogyo

Shimbu issue) Although 1.1mm, 0.5mm, and 0.4mm are shown in addition to 0.7mm thickness usually used as thickness of the glass plate used for LCD panel manufacture. If thickness of a glass substrate is made thin to 0.4mm thickness, it becomes easy to produce a crack and a chip, and the handling by the LCD production process may be difficult, and may reduce the manufacture yield. In the present condition, thin shape-ization of about 0.3mm is considered to be a limitation about the thickness of the glass substrate for display devices.

[0010] Then, in the technical field of LCD, much examination which replaces a glass plate and uses a resin film for a substrate as the second improvement approach is made [being indicated by JP,6-175143,A etc. and].

[0011] A resin film has flexibility and cannot break easily, and since it has high resistance to fall or external press, thin shape-ization of it is attained compared with a glass plate. And to the specific gravity of glass being 2.3, resin films are 1.2-1.4 and let LCD which used the resin film for the substrate be the technique which enables marked lightweight thin shape-ization compared with LCD which used the glass substrate conventionally.

[0012] However, it has the fault of causing the problem which produces foaming in the liquid crystal inside a panel according to a resin film having the low permeability of the light compared with glass generally, and also gas permeability being high.

[0013] Therefore, it will be [conventionally for which it will be necessary to thick-film-ize a substrate to some extent when transmission and gas barrier property tends to show the relation of a trade-off and it is going to give sufficient gas barrier property to a substrate, and falling / of transmission / would become remarkable as a result, the display would be dark, and the display grace as LCD used the glass substrate / LCD] greatly inferior.

[0014] Furthermore, compared with a glass plate, heat-resistant reservation is difficult and colors a resin film with heating, permeability may fall or deformation, such as bending and curvature, may be produced.

[0015] Therefore, when it is going to manufacture LCD by the resin film, processing in a low-temperature process is needed. And the member of dedication which can respond to a low-temperature process also about the sealant for sticking the substrate of a pair is needed so that the orientation material and liquid crystal for carrying out orientation of the liquid crystal in that case may be pinched, and an advanced technique is needed for development of a required member.

[0016] And on a process, when membrane formation temperature conditions tend to use ITO (indium tin oxide) which determines a resistive characteristic (conductivity), for example as electrode material, since membrane formation by the required high temperature service is difficult, the ITO electrode layer of low resistance cannot be formed.

[0017] Therefore, implementation of the highly minute display from which resistance of an electrode will become high if detailed patterning of the ITO electrode is carried out in LCD which used the resin film for the substrate, and detailed patterning becomes indispensable is difficult.

[0018] And although formation of TFT (thin film transistor) is needed for every pixel again when it is going to adopt an active drive by LCD in order to improve display grace, the conventional resin film cannot be borne to processing temperature conditions required for a TFT manufacture process. Therefore, it is difficult to form TFT on a resin film, and adoption of the active drive which realizes high display grace in LCD using a resin film is difficult.

[0019] Therefore, a high definition display cannot be desired at the high speed of the LCD average of glass substrate use to LCD using a resin film, and the correspondence to animation display cannot be expected, either.

[0020] Then, in the technical field of LCD, the laminated circuit board which consists of a glass plate and a resin film by resin film clip **** with the glass plate of a pair is constituted as the third improvement approach, and the approach of using for display devices is indicated by JP,7-43696,A, JP,7-49486,A, and JP,7-287218,A.

[0021] Drawing 1 is the cross-sectional view showing the structure of a three-layer laminated circuit board which consists of the conventional glass plate proposed for LCD panel manufacture, and a resin film. It has the three-tiered structure of a configuration of wearing the front face of the soft resin layer 103 with the glass plate 101,102 of a pair.

[0022] According to this conventional technique, a resin front face will be protected with glass and thermal resistance may improve. However, the comparatively soft thing is used for resin material, and using a polyvinyl butyral for resin material in the example indicated, for example by JP,7-43696,A etc. consists of conventional techniques so that stress may not occur in the glass plate by which a laminating is carried out.

[0023] Therefore, although effectiveness that glass does not disperse can be desired when that of an about 100-micrometer ultra-thin potato is used for the glass plate to constitute in order to make substrate total thickness thin, and a substrate breaks, shock-proof ability, i.e., a square, cannot be said to be enough [the effectiveness which make it hard to be divided] so that it may explain later.

[0024]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, with a flat-panel display, i.e., the present condition, in order to realize the engine performance desired to LCD and an organic EL device, it turns out that there are all troubles in the Prior art currently examined by the technical field of LCD, or it cannot be said that an improvement effect is enough.

[0025] Therefore, in order to attain the engine performance desired to a flat-panel display especially LCD, and an organic EL device, and high performance-ization which specifically realized the display (highly minute display) of a light weight, a thin shape, and high density, and also put the movie display into the range from now on, development of the new technique of having a glass plate and the description of a resin film and fully improving each fault is needed.

[0026] While specifically satisfying the high thermal resistance which glass has, and the thin lightweight nature which resin has, the technical development which shock resistance also raises notably compared with glass is needed.

[0027] As mentioned above, the technical problem of this invention is satisfied with lightweight-izing, thin-shape-izing, and a list of a raise in reliance (high gas barrier property), a raise in a heatproof, and high shock resistance in the substrate for display devices at coincidence.

[0028] moreover, making it hard to divide a glass plate part in the substrate for display devices constituted by another technical problem of this invention carrying out the laminating of a glass plate and the resin, i.e., shock-proof ability, — setting — 0.3mm It is making it alike the glass of thickness, an EQC, or more than it.

[0029] Moreover, another technical problem of this invention is a lightweight thin shape, and is offering display devices, such as LCD excellent in shock resistance and display grace, or an organic EL device.

[0030]

[Means for Solving the Problem] According to one embodiment of this application, the substrate for display devices is a substrate for display devices which has the resin ingredient layer pinched between the glass plate of the pair which counters, and the glass plate of this pair, and it was constituted by the glass plate section so that it might be inherent in compressive strain.

[0031] Furthermore, the compressive strain which were inherent in the glass plate section are the compressive strain by the pinched resin ingredient layer.

[0032] Furthermore, a resin ingredient layer is thermosetting resin except polyurethane.

[0033] Or a resin ingredient layer is an epoxy resin.

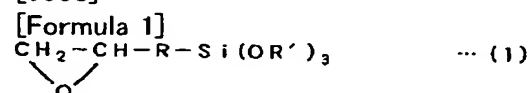
[0034] Furthermore, a resin ingredient layer is inorganic-organic hybrid material.

[0035] Furthermore, a resin ingredient layer is inorganic-organic hybrid material of epoxy-silicon system.

[0036] Furthermore, a resin ingredient layer is inorganic - organic hybrid material of epoxy-silicon system compounded using the epoxy resin and the organic silicon compound.

[0037] Furthermore, a resin ingredient layer is inorganic-organic hybrid material compounded using the epoxy mold organic silicon alkoxide expressed with a chemical formula 1.

[0038]

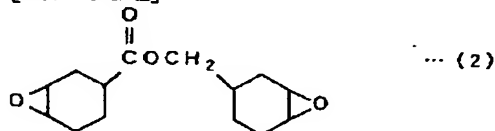


[0039] In the [above-mentioned chemical formula 1, R and R' is an organic radical.]

A resin ingredient layer Furthermore, bisphenol A, Bisphenol F, tetrabromobisphenol A, tetra-FENI roll ethane, a phenol novolak, Or o-cresol novolak The glycidyl ether mold epoxy resin, hexahydro phthalic anhydride, or dimer acid of the alcoholic system which uses as the main raw material the glycidyl ether mold epoxy resin, the polypropylene glycol, or hydrogenation bisphenol A of the phenol system used as the main raw material The epoxy resin of the hybrid model which uses as the main raw material the glycidyl amine mold epoxy resin, the para aminophenol, or the p-oxy-benzoic acid which uses as the main raw material the glycidyl ester mold epoxy resin used as the main raw material, a diamino phenylmethane, isocyanuric acid, or hydantoin, Or it is inorganic - organic hybrid material which used any of the epoxy resin which uses the ester of a chemical formula 2 as the main raw material they were, and was compounded.

[0040]

[Formula 2]



[0041] Furthermore, a resin ingredient layer has more content of a silicon component than 0 % of the weight, when all silicon components assume that it is SiO₂, and it is said that there are than 30 % of the weight. [few]

[0042] Or a resin ingredient layer has more content of a silicon component than 4 % of the weight, when all silicon components assume that it is SiO₂, and it is said that there are than 15 % of the weight. [few]

[0043] Furthermore, the compressive strain which were inherent in the glass plate section are 1.9×10^{-4} . It is above.

[0044] Furthermore, the thickness of the substrate for display devices is 0.3mm. It is the following.

[0045] Furthermore, the relation shown in the formula 1 is filled.

[0046]

[Equation 1]

$$| \{ (\alpha_{\text{phg}} - \alpha_{\text{phr}}) \times \Delta T_{\text{x}}(E_{\text{rhr}}) / \{ (E_{\text{rhr}}) + (E_{\text{ghg}}) \} | \geq 1.9 \times 10^{-4} \text{ --- (formula 1)}$$

[— here, ΔT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the glass transition temperature (T_{g}) of the layer of the ingredient which consists of said resin. (In addition, when the highest attainment temperature at the time of hardening of the layer of the ingredient which consists of said resin, or molding is below the glass transition temperature (T_{g}) of this ingredient, the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of this hardening or molding is shown.)

moreover, the coefficient of linear expansion of α_{phg} = use glass, the coefficient of linear expansion of the ingredient which consists of α_{phr} = resin, the elastic modulus of E_{g} = glass, the elastic modulus of the ingredient which consists of E_{r} = resin, the sum total thickness of h_{g} = glass plate, and the thickness of the ingredient which consists of h_{r} = resin — it comes out.]

Or the relation shown in the formula 2 is filled.

[0047]

[Equation 2]

$$\{ \alpha_{\text{phr}} \times \Delta T_{\text{x}}(E_{\text{rhr}}) / \{ E_{\text{ghg}} \} \geq 1.9 \times 10^{-4} \text{ --- (formula 2)}$$

Furthermore, the sum total of the board thickness of a glass plate fills this formula 2, and is 60 micrometers or more.

[0048] Or the sum total of the board thickness of a glass plate fills a formula 2, and is 100 micrometers or more.

[0049] Or the sum total of the board thickness of a glass plate fills a formula 2, and is 140 micrometers or more.

[0050] Or the relation shown in the formula 3 is filled.

[0051]

[Equation 3]

{ $\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})$ } ≥ 2800 —pascal meter (Pa-m)
— (formula 3)

Furthermore, the relation shown in the formula 4 is filled.

[0052]

[Equation 4]

($\alpha \times \Delta T_x$) $\geq 1.4 \times 10^{-6}$ m — (formula 4)

Or the sum total of the board thickness of a glass plate is 150 micrometers or less, and the relation as which it was indicated in the formula 5 is filled.

[0053]

[Equation 5]

{ $\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})$ } ≥ 2100 Pa-m — (formula 5)

Or the sum total of the board thickness of said glass plate is 100 micrometers or less, and the relation as which it was indicated in the formula 6 is filled.

[0054]

[Equation 6]

{ $\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})$ } ≥ 1400 Pa-m — (formula 6)

Or the highest attainment temperature at the time of hardening of a resin ingredient layer or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, and ΔT is the temperature which deducted the service temperature of the substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of hardening of the ingredient which constitutes the layer of the ingredient which consists of resin, or molding.

[0055] Or the compressive strain which were inherent in the glass plate section are 3.4×10^{-4} . They are the compressive strain of the above magnitude.

[0056] Furthermore, the thickness of the substrate for display devices is 0.3mm or less.

[0057] Furthermore, the relation shown in the formula 7 is filled.

[0058]

[Equation 7]

| ($\alpha_g - \alpha_r$) $\times \Delta T_x(E_{xhr})$ / ($E_{xhr} + (E_g \times h_g)$) | $\geq 3.4 \times 10^{-4}$ — (formula 7)

[— here, ΔT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the glass transition temperature (T_g) of the layer of the ingredient which consists of said resin. (In addition, when the highest attainment temperature at the time of hardening of the layer of the ingredient which consists of said resin, or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of this hardening or molding is shown.)

moreover, the coefficient of linear expansion of α_g = use glass, the coefficient of linear expansion of the ingredient which consists of α_r = resin, the elastic modulus of E_g = glass, the elastic modulus of the ingredient which consists of E_r = resin, the sum total thickness of h_g = glass plate, and the thickness of the ingredient which consists of h_r = resin — it comes out.]

Or the relation shown in the formula 8 is filled.

[0059]

[Equation 8]

{ $\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})$ } / ($E_g \times h_g$) $\geq 3.4 \times 10^{-4}$ — (formula 8)

Furthermore, the sum total of the board thickness of a glass plate is 100 micrometers or more.

[0060] Or the sum total of the board thickness of a glass plate is 140 micrometers or more.

[0061] Or the sum total of the board thickness of a glass plate is 140 micrometers or less, and the relation as which it was indicated in the formula 9 is filled.

[0062]

[Equation 9]

{ $\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})$ } ≥ 3500 Pa-m — (formula 9)

Or the sum total of the board thickness of a glass plate is 140 micrometers or less, and the relation as which it was indicated in the formula 10 is filled.

[0063]

[Equation 10]

$(\alpha_r \times \Delta T_{xhr}) \geq 1.7 \times 10^{-6} \text{m}$ — (formula 10)

Or the sum total of the board thickness of a glass plate is 100 micrometers or less, and the relation as which it was indicated in the formula 11 is filled.

[0064]

[Equation 11]

$\{\alpha_r \times \Delta T_x(E_{xhr})\} \geq 2500 \text{ Pa}\cdot\text{m}$ — (formula 11)

Or the sum total of the board thickness of a glass plate is 100 micrometers or less, and the relation as which it was indicated in the formula 12 is filled.

[0065]

[Equation 12]

$(\alpha_r \times \Delta T_{xhr}) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{m}$ — (formula 12)

Furthermore, the highest attainment temperature at the time of hardening of a resin ingredient layer or molding is below the glass transition temperature (T_g) of an ingredient, and ΔT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of hardening of the ingredient which constitutes the layer of the ingredient which consists of resin, or molding.

[0066] Or the thickness of the substrate for display devices is 0.2mm. The compressive strain which were inherent in the glass plate section are the following, and are 3.4×10 to four or more.

[0067] Furthermore, the relation shown in the formula 13 is filled.

[0068]

[Equation 13]

$[(\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T_x(E_{xhr})] / [(E_{xhr}) + (E_g \times h_g)] \geq 3.4 \times 10^{-4}$ — (formula 13)

[— here, ΔT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the glass transition temperature (T_g) of the layer of the ingredient which consists of said resin. (In addition, when the highest attainment temperature at the time of hardening of the layer of the ingredient which consists of said resin, or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of this hardening or molding is shown.)

moreover, the coefficient of linear expansion of α_g = use glass, the coefficient of linear expansion of the ingredient which consists of α_r = resin, the elastic modulus of E_g = glass, the elastic modulus of the ingredient which consists of E_r = resin, the sum total thickness of h_g = glass plate, and the thickness of the ingredient which consists of h_r = resin — it comes out.] Or the relation shown in the formula 14 is filled.

[0069]

[Equation 14]

$\{\alpha_r \times \Delta T_x(E_{xhr})\} / (E_g \times h_g) \geq 3.4 \times 10^{-4}$ — (formula 14)

Furthermore, the sum total of the board thickness of a glass plate is 100 micrometers or more.

[0070] Or the sum total of the board thickness of a glass plate is 100 micrometers or less, and the relation as which it was indicated in the formula 15 is filled.

[0071]

[Equation 15]

$\{\alpha_r \times \Delta T_x(E_{xhr})\} \geq 2500 \text{ Pa}\cdot\text{m}$ — (formula 15)

Or the sum total of the board thickness of a glass plate is 100 micrometers or less, and the relation as which it was indicated in the formula 16 is filled.

[0072]

[Equation 16]

$(\alpha_r \times \Delta T_{xhr}) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{m}$ — (formula 16)

Furthermore, the highest attainment temperature at the time of hardening of a resin ingredient layer or molding is below the glass transition temperature (T_g) of an ingredient, and ΔT is the temperature which deducted the service temperature of the substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of hardening of the ingredient which constitutes the

layer of the ingredient which consists of resin, or molding.

[0073] Or the compressive strain which were inherent in the glass plate section are 5.0×10^{-4} . They are the compressive strain of the above magnitude.

[0074] Furthermore, the thickness of the substrate for display devices is 0.3mm. It is the following.

[0075] Furthermore, the relation shown in the formula 17 is filled.

[0076]

[Equation 17]

$| \{ (\alpha_{phg} - \alpha_{phr}) \times \Delta T_x (E_{rhr}) / (E_{rhr} + E_{ghg}) \} | \geq 5.0 \times 10^{-4}$ — (formula 17)

[— here, ΔT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the glass transition temperature (T_g) of the layer of the ingredient which consists of said resin. (In addition, when the highest attainment temperature at the time of hardening of the layer of the ingredient which consists of said resin, or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of this hardening or molding is shown.)

moreover, the coefficient of linear expansion of α_{phg} = use glass, the coefficient of linear expansion of the ingredient which consists of α_{phr} = resin, the elastic modulus of E_g = glass, the elastic modulus of the ingredient which consists of E_r = resin, the sum total thickness of h_g = glass plate, and the thickness of the ingredient which consists of h_r = resin — it comes out.]

Furthermore, the sum total of the board thickness of a glass plate is 100 micrometers or more.

[0077] Or the sum total of the board thickness of a glass plate is 140 micrometers or more.

[0078] According to another embodiment of this application, a display device is constituted using these at least one substrate for display devices mentioned above.

[0079]

[Embodiment of the Invention] Next, the operation gestalt of this invention is explained using a drawing.

[0080] Drawing 2 is the cross-sectional view showing the structure of the substrate for display devices which is the first operation gestalt concerning this invention.

[0081] The substrate 1 for display devices which is an operation gestalt concerning this invention as shown in drawing 2 is the substrate 1 for display devices which was pinched between the glass plates 2 and 3 of the pair which counters, and the glass plates 2 and 3 of this pair and which consists of a layer 4 of the ingredient which consists of resin, and the part of glass plates 2 and 3 is constituted so that it may be inherent in compressive strain.

[0082] And the compressive strain which were inherent in the part of glass plates 2 and 3 are the compressive strain given to the glass plate parts 2 and 3 by the layer 4 of the ingredient which consists of said pinched resin.

[0083] Although a crack is produced and it is destroyed when an impact is added, and the stress produced inside becomes more than fixed, generally, compared with the stress by compressive strain, to the stress by hauling distortion, resistance of a glass plate is low and it tends to produce a crack to hauling deformation (distortion). That is, destruction of the crack generated when an impact is added is generated, when it mainly pulls and distortion arises.

[0084] Therefore, destruction of glass can be made hard to pull only the part of this compressive strain that were inherent from the first, to ease distortion, and to produce, even if an impact will be added, it will pull to a glass plate and distortion will occur, if the compressive strain which have resistance in a glass plate comparatively beforehand are inherent.

[0085] The improvement device of the shock-proof ability of a glass plate is explained to a detail using a drawing. Drawing 3 is drawing explaining the free telescopic motion accompanying the temperature change of a glass plate and a resin film.

[0086] As shown in drawing 3, when the layer 13 of the ingredient which becomes the glass plates 11 and 12 of a pair from resin is put and there are no interactions, such as adhesion between each ingredient, each part material carries out free telescopic motion with change of temperature. Usually, the way of a resin film with a big coefficient of linear expansion will be greatly shrunken compared with a glass plate. And the strain difference at the time of the free telescopic motion

accompanying temperature-change ΔT from an elevated temperature to low temperature ($\Delta\epsilon$) is shown by the formula 18.

[0087]

[Equation 18]

$\Delta\epsilon = (\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T$ — (formula 18)

[— here — α_g — the coefficient of linear expansion of glass, and α_r — coefficient of linear expansion of resin.]

Although it is the view of temperature-change width of face (ΔT) at this time, in the case of general resin material, it becomes {glass-transition-temperature (T_g)}-{product temperature (or product service temperature, product evaluation temperature)}. Although coefficient of linear expansion will increase 3 to 4 times if this exceeds glass transition temperature, it is because modulus of direct elasticity becomes or less about $1/100$, and the stress accompanying distortion generated by the temperature change in the temperature field more than T_g is very small and it does not become a problem.

[0088] Moreover, when the upper limit of a temperature change is below T_g , the difference of the upper limit temperature (namely, temperature which resin hardens or the highest attainment temperature at the time of substrate manufacture) and product temperature is set to ΔT .

[0089] Next, the case where the glass plate and the resin film have pasted up mutually is considered. Drawing 4 is drawing explaining distortion generated in each part material in connection with temperature-change ΔT from an elevated temperature to low temperature, when the glass plate and the resin film have pasted up mutually.

[0090] As shown in drawing 4, since glass plates 16 and 17 have the small shrinkage by the temperature change compared with the resin film 18, by forming the layered product 15 with which glass plates 16 and 17 and the resin film 18 were united by pasting up mutually, into a glass plate 16 and 17 parts, the compressive strain resulting from the resin film 18 occur, and hauling distortion which originates in glass plates 16 and 17 conversely occurs on the resin film 18.

[0091] And the ratio of distortion (ϵ_g) produced into a glass plate 16 and 17 parts and distortion (ϵ_r) produced on the resin film 18 is Formula XIX at this time. It becomes the inverse number of the ratio of hauling rigidity of each ingredient so that it may be shown.

[0092]

[Equation 19]

$\epsilon_g / \epsilon_r = (E_r x_r) / (E_g x_g)$ — (formula 19)

[— here — E_g — the modulus of direct elasticity of glass, and E_r — the modulus of direct elasticity of a resin system ingredient, and x_g — the thickness sum total of two glass, and x_r — thickness of a resin system ingredient.] Distortion (ϵ_g , ϵ_r) produced from this when each ingredient is pasted up is expressed with a degree type.

[0093]

[Equation 20]

$\epsilon_g = (\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r x_r) / \{(E_r x_r) + (E_g x_g)\}$ — (formula 20)

[0094]

[Equation 21]

$\epsilon_r = -(\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_g x_g) / \{(E_r x_r) + (E_g x_g)\}$ — (formula 21)

Therefore, when each ingredient is pasted up, the stress (σ_r) produced on the stress (σ_g) and the resin film 18 which are produced in glass plates 16 and 17 is expressed with a degree type.

[0095]

[Equation 22]

$\sigma_g = \epsilon_g \times E_g$ — (formula 22)

[0096]

[Equation 23]

$\sigma_r = \epsilon_r \times E_r$ — (formula 23)

Drawing 5 is drawing explaining the distortion accompanying the bending deformation to the neutral axis of the whole layered product. σ_H is expressed with a degree type, when a layered product 15 is bent by radius of curvature R (the arrow head of a sign 20 expresses the bending moment

among drawing 5) and stress produced from the neutral axis 19 of the layered product 15 whole in the location of H is set to σ_H , as shown in drawing 5 .

[0097]

[Equation 24]

$\sigma_H = E_H / R$ — (formula 24)

[— here — E — modulus of direct elasticity of the layered product component of the location of a neutral axis 19 to H.] And if stress of the magnitude by which glass is destroyed is set to σ_{ab} , when filling a formula 25, destruction will arise on the glass of a simple substance.

[0098]

[Equation 25]

$\sigma_{ab} \leq \sigma_H$ — (formula 25)

When a layered product 15 is constituted and compressive-stress σ_{mag} is inherent in glass with resin system ingredient adhesion, glass is destroyed by filling Formula XXVI.

[0099]

[Equation 26]

$\sigma_{ab} \leq \sigma_H + \sigma_{mag}$ — (formula 26)

That is, in a layered product 15, destruction stops easily being able to produce only the part of compressive-stress σ_{mag} which was inherent in the glass plate 17 in a glass plate 17.

[0100] In addition, σ_{ab} is a value common to glass material, and is not dependent on the configuration of glass material, especially thickness. And in a thin glass plate, although it has high resistance to bending, it also has the description of being easy to be divided, but the ease of bending of glass is for increasing in inverse proportion to the cube of thickness, and when shocked, since big local deformation which exceeds the engine performance of the ease of bending arises, this will break as a result in sheet glass.

[0101] Although it is making as thin as possible 0.7mm thickness of glass plates usually used from a viewpoint of lightweight nature as a demand to the thinness of the substrate for display devices, ingredients, such as liquid crystal and organic electroluminescence material, are pinched with the substrate of a pair, and this ingredient of a substrate of a reduction demand of the problem of the parallax produced unescapable depending on the thickness of a substrate is large in the configuration of the reflective mold display device which arranges a reflecting plate to the opposite side.

[0102] In this case, it is 0.3mm about the thickness of the substrate for display devices. It sets to the reflective mold display device of this configuration that used this by constituting so that it may become the following, and it is 0.7mm. The problem of parallax can be reduced to extent which can reduce parallax clearly compared with the conventional example which uses the glass plate which has the thickness of extent for a substrate, and can be permitted as a reflective mold display device.

[0103] And it is 0.2mm about the thickness of the substrate for display devices. By constituting so that it may become the following, it can cancel substantially and the problem of the above-mentioned parallax is more desirable as a configuration.

[0104] therefore, offer of the display device of a reflective mold which display grace was markedly alike and improved compared with the conventional reflective mold display device is attained by setting thickness of the substrate for display devices to 0.2mm or less desirably 0.3mm or less.

[0105] Therefore, lightweight nature can be secured by the thickness of 0.3mm made into the limitation of the thinness of the glass plate as a substrate for display devices, and it is 0.3mm. Although securing shock resistance in the difficulty of being divided of the glass plate average of thickness is called for For that purpose, it faces pinching the layer of the ingredient which consists of resin with the glass plate of a thinner pair, and it is necessary to manufacture a substrate so that suitable compressive strain (ϵ) may be added to a glass plate part from the layer of the ingredient which consists of resin.

[0106] And effectiveness extent of the compressive strain needs to serve as magnitude exceeding the effectiveness (it correlates with the difference of an elastic modulus) bending deformation becomes easy to produce by being transposed to the ingredient with which the glass of the rate of

high elasticity consists of resin of a low elastic modulus.

[0107] If the above consideration is followed, it is desirable to choose and constitute a member so that the glass plate of the pair which pinches the layer of the ingredient which consists [enlarging σ_{mag} , i.e., bigger compressive strain, and] of resin may be generated in the shock-proof improvement in the substrate for display devices which consists of a layer of the ingredient which consists of the glass plate and resin of a pair.

[0108] And if it is going to be satisfied with coincidence that it is the lightweight nature and the thin shape which are called for as a substrate for display devices, it is necessary to optimize the compressive strain which are inherent in a glass plate part so that the ultra-thin glass plate which is easy to be broken into it although it is desirable to reservation of thinness may be used, the ease of being divided may be compensated and sufficient shock-proof ability can be secured.

[0109] and — the implementation sake — for example, it is necessary to harden the layer of the ingredient which consists of resin pinched — etc. — it is possible that there is optimal relation to the conditions at the time of manufacturing the property (material properties, such as T_g , coefficient of linear expansion, and an elastic modulus) and substrate of an ingredient which consist of thickness of the layer of the ingredient which consists of the substrate total thickness for display devices, glass plate thickness used, and resin, and resin.

[0110] Then, it is the substrate for display devices of the three-layer laminating mold which consists of a layer of the ingredient which consists of resin pinched as an operation gestalt concerning this invention between the glass plate of the pair which counters, and the glass plate of this pair, and the thickness of the layer of the ingredient which consists of the substrate total thickness for display devices, glass plate thickness used, and resin etc. manufactured many substrates for display devices into which the requirements for a configuration were changed.

[0111] And the conditions (thickness of the layer of the ingredient which consists of the substrate total thickness for display devices, glass plate thickness used, and resin etc.) with which are satisfied of the shock-proof ability more than the glass plate of 0.3mm thickness or 0.5mm thickness were clarified, securing lightweight thin shape nature.

[0112] Furthermore, the compressive strain (stress) which are inherent in the glass plate part of the substrate for display devices of a laminating mold required for it to be satisfied with a being [it / the lightweight nature and the thin shape which are called for as a substrate for display devices] list of shock-proof ability at coincidence were estimated.

[0113] Although concrete manufacture approach and conditions were indicated in the column of a next example, inorganic – organic hybrid material which consists of an epoxy resin as a layer of the ingredient which consists of resin pinched with the glass plate of a pair was used.

[0114] As explained later, it is the thermosetting hard ingredient which consists of a thermosetting epoxy resin, inorganic – organic hybrid material which consists of an epoxy resin pinches a non-hardened raw material to the glass substrate of a pair, and heat curing / when it casts and is cooled to service temperature after that, it can give it to the glass plate which pinches the big stress originating in the high elastic modulus and coefficient of linear expansion.

[0115] And although it is thermosetting therefore, even if afterbaking is carried out, the stress inherent resulting from a hybrid material is not eased, but the substrate for display devices which has shock-proof, stably high ability can be offered.

[0116] That is, as a layer of the ingredient which consists of resin pinched with the glass plate of a pair, a thermosetting ingredient is desirable. Even if it is the resin ingredient of metaphor thermosetting at this time, since use of a soft ingredient has the small compressive stress formed, it is not so desirable as polyurethane.

[0117] In addition, many substrates for display devices with which various thickness of the layer of the ingredient which consists of glass plate thickness used and resin as conditions etc. is changed, and substrate total thickness differs were manufactured, and the magnitude of compressive strain (stress) and the relation of shock-proof ability which are inherent in a glass plate part were evaluated.

[0118] Drawing 6 is drawing explaining the approach of the falling weight test of the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention.

[0119] Although the evaluation approach depended on the falling weight test which evaluates the existence of generating of the crack in the sample substrate 21 interior by dropping the metal ball 22 on the sample substrate 21 by which standing was carried out, for details, the column of a next example explains it with the substrate creation approach etc.

[0120] Drawing 7 is the table which summarized the result of the falling weight test of the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention.

[0121] The test result of a glass plate simple substance was shown with the test result of a sample substrate as front Naka and a reference. Although it is about the notation about a sample substrate at this time, since the glass plate of the pair of the almost same thickness is used for the total thickness (glass thickness sum total of two sheets) of glass, it can be computed by carrying out the two times of the numeric value of the "glass thickness" column, and it can ask for the thickness of the layer of the ingredient which consists of resin pinched by the glass plate of a pair by deducting "the total thickness of glass" computed from "substrate total thickness."

[0122] It is 0.2mm as shown in the table of drawing 7. The shock-proof ability of the glass plate to thickness will be low, and a substrate will break in fall of the metal ball 22 from the height which is 10cm. 0.3mm Although it can be equal to fall of the metal ball from height of 10cm in the glass plate of thickness, it will be divided in fall height of 15cm. 0.5mm In thickness, although the blemish occurred on the front face of a fall part in 20cm fall height, it was not divided, but the crack occurred in fall height of 25cm.

[0123] the substrate 1 for display devices of the laminating mold which is an operation gestalt concerning this invention — setting — a substrate configuration (substrate total thickness of 300 micrometers.) with 100 micrometers [in each thickness of glass plates 2 and 3] (the total thickness of two sheets is 200 micrometers), and a thickness [of the hybrid material layer 4] of 100 micrometers the following, glass / HB material — the configuration of /glass =100/100/100 — describing — setting — 0.3mm Shock-proof ability equivalent to glass is shown.

[0124] That is, the effectiveness of the stress which the hybrid material (it is hereafter described as HB material) of heat curing of 100-micrometer thickness generates inside the glass plate of 200-micrometer (100micrometerx2 sheet) thickness will pull up the shock-proof ability of the substrate for display devices of this invention constituted by the thinner glass plate to the level of the glass plate average of the same thickness as a result.

[0125] furthermore, the glass / HB material which has the thickness of an equivalent HB material part when the evaluation result of drawing 7 is referred to — in the configuration (substrate total thickness of 190 micrometers) of /glass =50/90/50, even as for fall height of 30cm, it does not generate but the remarkable crack of shock-proof ability is improving remarkably.

[0126] Therefore, in the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention, it turns out about shock-proof ability that the effect by the enhancement effect of the stress which a glass plate part receives from HB material is larger compared with the effectiveness that the glass plate part of high elasticity becomes thin.

[0127] Therefore, it will be 0.3mm, if each glass plate thickness is set to 100 micrometers or less when pinching the heat-curing HB material of 100-micrometer thickness extent. Comparable as the glass plate of thickness or the shock-proof ability beyond it is obtained.

[0128] Moreover, if glass plate total thickness of the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention is set to 200 micrometers or less and HB material is set to 100 micrometers or more, also when becoming total thickness of 0.3mm or more, such as 0.4mm and 0.5 etc.mm, the shock-proof ability more than the glass plate of 0.3mm thickness of a certain thing will be obtained.

[0129] Then, the heat-curing HB material of 100-micrometer thickness will estimate the stress given to the glass plate part of 200-micrometer thickness using the above-mentioned formula 20 and a formula 22.

[0130] First, distortion epsilon produced into the glass plate part of 200-micrometer thickness by the heat-curing HB material of 100-micrometer thickness from a formula 20 is computed.

[0131] The physical-properties value required for calculation is as follows.

[0132]

$\Delta T = (\text{curing temperature of HB material} = 160 \text{ degrees C}) - (\text{shock-proof evaluation temperature} = 20 \text{ degrees C})$
 $= 140 \text{ degrees C} (=140K)$

$\alpha_{\text{glass}} (\text{coefficient of linear expansion of glass used}) = 5.1 \times 10^{-6} K^{-1}$
 $\alpha_{\text{HB}} (\text{coefficient of linear expansion of HB ingredient}) = 88 \times 10^{-6} K^{-1}$
 $E_{\text{glass}} (\text{elastic modulus of glass}) = 72.5 \text{ GPa} (\text{G pascal})$

The thickness grand total of $E_{\text{HB}} (\text{elastic modulus of HB material}) = 2.4 \text{ GPa}$ glass = 200 micrometers (two 100 micrometer x upper and lower sides)

Thickness of HB material = 100 micrometers, therefore ϵ are computable as follows.

[0133]

[Equation 27]

$|\epsilon| = \frac{[(5.1 \times 10^{-6} K^{-1} - 88 \times 10^{-6} K^{-1}) \times 140K \times 2.4 \text{ GPa} \times 100 \text{ micrometer}]}{(2.4 \text{ GPa} \times 100 \text{ micrometer}) + (72.5 \text{ GPa} \times 200 \text{ micrometer})} = 1.9 \times 10^{-4}$ — (formula 27)

therefore, glass / HB material — the substrate for display devices of the configuration of /glass = 100/100/100 — setting — 1.9×10^{-4} Compressive strain have arisen in the glass plate section.

[0134] Therefore, it sets to the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention, and is 0.3mm. In order to obtain the shock resistance of the glass plate of thickness, it is 1.9×10^{-4} . It turns out that what is necessary is to choose the class and thickness of a layer of an ingredient it is thin from glass thickness or resin, and just to constitute the substrate for display devices so that the above compressive strain may arise in a glass plate with a thickness of 200 micrometers or less.

[0135] At this time, compressive-stress σ produced on glass is computable as follows than a formula 22.

[0136]

[Equation 28]

$\sigma = 1.9 \times 10^{-4} \times 72.5 \text{ GPa} = 13.8 \text{ MPa} (\text{megger pascal})$

— (formula 28)

Namely, 13.8MPa(s) The glass plate whose compressive stress is the total thickness of 200 micrometers will be joined.

[0137] Even if it adds an impact to the place which the above-mentioned compressive strain (stress) have produced on glass, hauling distortion (stress) generated according to the deformation produced by the impact is eased in part by this compressive strain (stress) inherent. Therefore, bigger deformation and an impact can be borne now compared with a substrate without compressive strain (stress).

[0138] The coefficient of linear expansion of glass is small here compared with the coefficient of linear expansion which resin has, and it is usually 1/10 or less ($\alpha_{\text{glass}} \ll \alpha_{\text{resin}}$). Moreover, the elastic modulus of the ingredient of a resin system is 1/30 to 1/40 compared with the elastic modulus of glass. when substrate total thickness is 300 micrometers, supposing it takes into consideration the difficulty [an ultra-thin glass plate] of handling — the range of thinness — a limit — it is (the about 25 micrometers [per glass] minimum to be used — an assumption —) The ratio (h_r/h_g) of the layer of the ingredient which consists of resin, and the thickness of glass can be assumed to be about ($h_r/h_g < 5$) 5 times at the maximum.

[0139] If the above is taken into consideration, when it is going to apply a formula 20 to the substrate for display devices of the laminating mold which is an operation gestalt concerning this invention, it becomes possible to simplify like a formula 29.

[0140]

[Equation 29]

$|\epsilon| = \frac{[\alpha_{\text{resin}} \Delta T \times (E_{\text{glass}} h_r)]}{[E_{\text{resin}} h_g]} — (\text{formula 29})$

And when ϵ is computed using the above-mentioned physical-properties value using a formula 29, it is set to $\epsilon = 1.9 \times 10^{-4}$ and it turns out [the value computed using several 20, and] that it is substantially equal.

[0141] Therefore, what is necessary is just to fill a formula 2, in order for the total thickness of glass to be satisfied with 200 micrometers or less and the substrate total thickness of 0.3mm or less of comparable as the glass plate of 0.3mm thickness, or the shock resistance beyond it.

[0142]

[Equation 30]

$$\{\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})\} / \{E_{xhg}\} \geq 1.9 \times 10^{-4} \text{ --- (formula 2)}$$

When it takes into consideration pinching the layer of the ingredient which consists of resin using a glass plate at this time, and manufacturing the substrate for display devices, the rigidity of extent and the difficulty of being divided which exchange a glass plate easily by the production process are needed. The thickness of the glass plate with which are satisfied of such a demand is 30 micrometers or more of large another places, and the sum total of glass plate thickness has desirable 60 micrometers or more.

[0143] And in order to enable it to deal with it comparatively easily from experience actually used for manufacture of the substrate for display devices, the thickness of the glass plate of one sheet is 50 micrometers or more, and the sum total of glass plate thickness has more desirable 100 micrometers or more.

[0144] Furthermore, on a process, in order to enable it to deal with it easily, the thickness of the glass plate of one sheet is 70 micrometers or more, and the sum total of glass plate thickness has more desirable 140 micrometers or more.

[0145] Moreover, when it considers according to Formula II, thickness of glass is set to 200 micrometers or less, and they are the compressive strain of glass 1.9×10^{-4} What is necessary is just to fill a formula 3, in order to carry out above.

[0146]

[Equation 31]

$$\{\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})\} \geq 1.9 \times 10^{-4} \times 200 \text{ micrometer} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 2800 \text{ Pa-m --- (formula 3)}$$

If an actual production process is taken into consideration, when heating will be performed in a production process on the temperature conditions exceeding T_g of a resin system ingredient, the temperature to which ΔT lengthened evaluation temperature or operating temperature not from whenever [in a production process / stoving temperature] but from T_g of resin serves as a maximum value. Then, as a property of the ingredient which consists of resin, value = $(T_g - 20)$ (degree C) which deducted 20 degrees C which is average service temperature needs to become important from T_g (degree C), and it is necessary to fill a formula 3.

[0147]

[Equation 32]

$$\{\alpha \times (T_g - 20) \times E_{xhr}\} \geq 2800 \text{ Pa-m --- (formula 30)}$$

Here, a premise then a formula 3, and a formula 30 can correct that the elastic modulus E_r of resin uses the ingredient of the resin system which is 1 or more GPas in general, and has the value of 2 or more GPas in fact like a formula 4 and a formula 31.

[0148]

[Equation 33]

$$(\alpha \times \Delta T_{xhr}) \geq 2800 \text{ Pa-m} / 2 \text{ GPa} \geq 1.4 \times 10^{-6} \text{ m --- (formula 4)}$$

[0149]

[Equation 34]

$$(\alpha \times (T_g - 20) \times E_{xhr}) \geq 2800 \text{ Pa-m} / 2 \text{ GPa} \geq 1.4 \times 10^{-6} \text{ m --- (formula 31)}$$

Next, when it considers according to a formula 2, lightweight nature is fully secured, thickness of glass is set to 150 micrometers or less, and it is distortion of glass $1.9 \times 10^{-4} \geq$ What is necessary is just to fill a formula 5, in order to also secure shock-proof ability as the above to coincidence.

[0150] Although the handling of the glass for the substrate manufacture for display devices and the difficulty of use will increase by carrying out thin shape-ized examination of such a glass plate, it becomes possible to also adopt a comparatively soft thing as resin, and it becomes possible to extend the range of resin material selection.

[0151]

[Equation 35]

$$\{\alpha \times \Delta T_x(E_{xhr})\} \geq 1.9 \times 10^{-4} \times 150 \text{ micrometer} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 2100 \text{ Pa-m --- (formula 5)}$$

And it is necessary like the above to fill a formula 35.

[0152]

[Equation 36]

$\{\alpha \times (T_g - 20) \times E_{xhr}\} \geq 2100 \text{ Pa}\cdot\text{m}$ — (formula 32)

Next, when it considers according to a formula 2, lightweight nature is further fully secured, thickness of glass is set to 100 micrometers or less, and it is distortion of glass 1.9×10^{-4} . What is necessary is just to fill a formula 6, in order to carry out above.

[0153]

[Equation 37]

$\{\alpha \times \Delta T_x (E_{xhr})\} \geq 1.9 \times 10^{-4} \times 100 \text{ micrometer} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 1400 \text{ Pa}\cdot\text{m}$ — (formula 6)

And it is necessary like the above to fill a formula 33.

[0154]

[Equation 38]

$\{\alpha \times (T_g - 20) \times E_{xhr}\} \geq 1400 \text{ Pa}\cdot\text{m}$ — (formula 33)

Next, it sets to the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention, and is 0.5mm at the substrate total thickness of 0.3mm or less. The configuration which obtains the glass plate of thickness, an EQC, or the shock resistance beyond it is considered.

[0155] It will be 0.5mm, if glass plate total thickness is set to 100 micrometers from the evaluation result of drawing 7 when pinching the HB material of heat curing of 90-micrometer thickness with a vertical glass plate. The shock-proof ability more than the glass of thickness is obtained.

[0156] Moreover, when pinching the HB material of heat curing of 140-micrometer thickness with a vertical glass plate, it is 0.5mm as for 140 micrometers about glass plate total thickness. While the shock-proof ability more than the glass plate of thickness is shown, shock-proof ability higher than the substrate for display devices which pinches the HB ingredient of heat curing of 90-micrometer thickness with the glass plate of 50 micrometer thickness of vertical is obtained.

[0157] Therefore, the heat-curing HB resin of 90-micrometer thickness computes first the stress given to the glass plate section with a total thickness of 100 micrometers from a formula 20 and a formula 22.

[0158] It will be set to $|\epsilon| = 3.4 \times 10^{-4}$ if distortion ϵ produced into a glass plate part from introduction and a formula 20 is computed.

[0159] Next, stress σ of glass is set to $\sigma = 3.4 \times 10^{-4} \times 72.5 \text{ GPa} = 240 \text{ MPa}$. Therefore, what is necessary is just to fill a formula 7 or a formula 8, in order to be satisfied with the substrate total thickness of 0.3mm or less of the shock resistance more than the glass plate of 0.5mm thickness.

[0160]

[Equation 39]

$\{\alpha \times \Delta T_x (E_{xhr})\} / \{(E_{xhr}) + (E_{xhg})\} \geq 3.4 \times 10^{-4}$ — (formula 7)

[0161]

[Equation 40]

$\{\alpha \times \Delta T_x (E_{xhr})\} / (E_{xhg}) \geq 3.4 \times 10^{-4}$ — (formula 8)

When it takes into consideration pinching the layer of the ingredient which consists of resin using a glass plate at this time, and manufacturing the substrate for display devices, the rigidity of extent and the difficulty of being divided which exchange a glass plate easily by the production process are needed. The thickness of the glass plate with which are satisfied of such a demand is 30 micrometers or more of large another places, and the sum total of glass plate thickness has desirable 60 micrometers or more.

[0162] And in order to enable it to deal with it comparatively easily from experience actually used for manufacture of the substrate for display devices, the thickness of the glass plate of one sheet is 50 micrometers or more, and the sum total of glass plate thickness has more desirable 100 micrometers or more.

[0163] Furthermore, on a process, in order to enable it to deal with it easily, the thickness of the glass plate of one sheet is 70 micrometers or more, and the sum total of glass plate thickness has more desirable 140 micrometers or more.

[0164] Moreover, when it considers according to a formula 8, lightweight nature is fully secured, thickness of glass is set to 140 micrometers or less, and it is distortion of glass 3.4×10^{-4} . What is

necessary is just to fill a formula 9, in order to also secure shock-proof ability as the above to coincidence.

[0165] Although the handling of the glass for the substrate manufacture for display devices and the difficulty of use will increase by carrying out thin shape-ized examination of such a glass plate, it becomes possible to also adopt a comparatively soft thing as resin, and it becomes possible to extend the range of resin material selection.

[0166]

[Equation 41]

$\{\alpha \times \Delta T \times (E \times h)\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \times 140 \text{ micrometer} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 3500 \text{ Pa-m}$ — (formula 9)

If a formula 9 and an actual production process are taken into consideration, the temperature to which ΔT lengthened evaluation temperature or service temperature from T_g of resin will serve as an upper limit. Then, as a property of resin, a value ($T_g - 20$) needs to become important, and it is necessary to fill a formula 34.

[0167]

[Equation 42]

$\{\alpha \times (T_g - 20) \times E \times h\} \geq 3500 \text{ Pa-m}$ — (formula 34)

Here, a premise then a formula 9, and a formula 34 can correct that the elastic modulus E_r of a resin system ingredient uses the resin system ingredient which is 1 or more GPa in general, and has the value of 2 or more GPa in fact like a formula 10 and a formula 35.

[0168]

[Equation 43]

$(\alpha \times \Delta T \times h) \geq 1.7 \times 10^{-6} \text{ m}$ — (formula 10)

[0169]

[Equation 44]

$(\alpha \times (T_g - 20) \times h) \geq 1.7 \times 10^{-6} \text{ m}$ When it considers according to — (formula 35), next a formula 8, lightweight nature is further fully secured, thickness of glass is set to 100 micrometers or less, and it is distortion of glass 3.7×10^{-4} What is necessary is just to fill a formula 11, in order to enlarge.

[0170]

[Equation 45]

$\{\alpha \times \Delta T \times (E \times h)\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \times 100 \text{ micrometer} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 2500 \text{ Pa-m}$ — (formula 11)

If a formula 11 and an actual production process are taken into consideration, the temperature to which ΔT lengthened evaluation temperature or service temperature from T_g of a resin system ingredient will serve as an upper limit. Then, as a property of resin, a value ($T_g - 20$) needs to become important, and it is necessary to fill a formula 45.

[0171]

[Equation 46]

$\{\alpha \times (T_g - 20) \times E \times h\} \geq 2500 \text{ Pa-m}$ — (formula 36)

Here, the elastic modulus E_r of a resin system ingredient is 1 in general. It is more than GPa and a premise then a formula 11, and a formula 36 can correct using the resin system ingredient which has the value of 2 or more GPa in fact like a formula 12 and a formula 37.

[0172]

[Equation 47]

$(\alpha \times \Delta T \times h) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m}$ — (formula 12)

[0173]

[Equation 48]

$(\alpha \times (T_g - 20) \times h) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m}$ — (formula 37)

At this time, it sets to the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention, and is 0.2mm about the total thickness of a substrate. It is 0.5mm, considering as the following and realizing the parallax reduction effectiveness in still more sufficient thin shape nature and display. What is necessary is just to fill a formula 13 or a formula 14 according to the above-mentioned consideration, in order to consider as the configuration which obtains the glass plate of thickness, an EQC, or the shock resistance beyond it.

[0174]

[Equation 49]

$$\{\alpha \Delta T_x (E_{xhr})\} / \{(E_{xhr}) + (E_{xhg})\}$$

$\geq 3.4 \times 10^{-4}$ — (formula 13)

[0175]

[Equation 50]

$$\{\alpha \Delta T_x (E_{xhr})\} / (E_{xhg}) \geq 3.4 \times 10^{-4} \text{ — (formula 14)}$$

When it takes into consideration using a glass plate, pinching the layer of the ingredient which consists of resin at this time, and manufacturing the substrate for display devices, the rigidity of extent and the difficulty of being divided which exchange a glass plate easily by the production process are needed. The thickness of the glass plate with which are satisfied of such a demand is 30 micrometers or more of large another places, and the sum total of glass plate thickness has desirable 60 micrometers or more.

[0176] And in order to enable it to deal with it comparatively easily from experience actually used for manufacture of the substrate for display devices, the thickness of the glass plate of one sheet is 50 micrometers or more, and the sum total of glass plate thickness has more desirable 100 micrometers or more.

[0177] Furthermore, on a process, in order to enable it to deal with it easily, the thickness of the glass plate of one sheet is 70 micrometers or more, and the sum total of glass plate thickness has more desirable 140 micrometers or more.

[0178] Moreover, when it considers according to a formula 14, lightweight nature is fully secured, thickness of glass is set to 100 micrometers or less, and they are the compressive strain of glass 3.4×10^{-4} What is necessary is just to fill a formula 15, in order to also secure shock-proof ability as the above to coincidence.

[0179] Although the handling of the glass for the substrate manufacture for display devices and the difficulty of use will increase by carrying out thin shape-ized examination of such a glass plate, it becomes possible to also adopt a comparatively soft thing as resin, and it becomes possible to extend the range of resin material selection.

[0180]

[Equation 51]

$$\{\alpha \Delta T_x (E_{xhr})\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \times 100 \text{ micrometer} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 2500 \text{ Pa-m — (formula 15)}$$

If a formula 15 and an actual production process are taken into consideration, the temperature to which ΔT lengthened evaluation temperature or service temperature from T_g of resin will serve as an upper limit. Then, as a property of resin, a value ($T_g - 20$) needs to become important, and it is necessary to fill a formula 38.

[0181]

[Equation 52]

$$\{\alpha (T_g - 20) \times E_{xhr}\} \geq 2500 \text{ Pa-m — (formula 38)}$$

Here, a premise then a formula 15, and a formula 38 can correct that the elastic modulus E_r of a resin system ingredient uses the resin system ingredient which is 1 or more GPas in general, and has the value of 2 or more GPas in fact like a formula 16 and a formula 39.

[0182]

[Equation 53]

$$(\alpha \Delta T_x) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ — (formula 16)}$$

[0183]

[Equation 54]

$$(\alpha (T_g - 20) \times E_{xhr}) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ — (formula 39)}$$

Next, it sets to the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention, and is 0.5mm at the substrate total thickness of 0.3mm or less. The configuration which obtains the shock resistance exceeding the glass plate of thickness is considered.

[0184] It will be 0.5mm, if glass plate total thickness is set to 140 micrometers from the evaluation result of drawing 7 when pinching the HB material of heat curing of 140-micrometer thickness with a vertical glass plate. The shock-proof ability exceeding the glass plate of thickness is obtained.

[0185] Therefore, the heat-curing HB material of 140-micrometer thickness computes the stress

given to the glass plate section of 140-micrometer thickness from a formula 20 and a formula 22.

[0186] It will be set to $|\epsilon| = 5.0 \times 10^{-4}$ if compressive-strain ϵ produced into a glass plate part from introduction and a formula 20 is computed.

[0187] Next, compressive-stress σ of glass is set to $\sigma = 5.0 \times 10^{-4} \times 72.5 \text{ GPa} = 363 \text{ MPa}$.

Therefore, what is necessary is just to fill a formula 17 or a formula 8, in order to be satisfied with the substrate total thickness of 0.3mm or less of the shock resistance exceeding the glass plate of 0.5mm thickness.

[0188]

[Equation 55]

$\{(\alpha - \alpha_0) \Delta T (\epsilon_{xh})\} / \{(\epsilon_{xh}) + (\epsilon_{xhg})\} \geq 5.0 \times 10^{-4}$ — (formula 17)

[0189]

[Equation 56]

$\{\alpha \Delta T (\epsilon_{xh})\} / (\epsilon_{xhg}) \geq 5.0 \times 10^{-4}$ — (formula 40)

When it takes into consideration pinching the layer of the ingredient which consists of resin using a glass plate at this time, and manufacturing the substrate for display devices, the rigidity of extent and the difficulty of being divided which exchange a glass plate easily by the production process are needed. The thickness of the glass plate with which are satisfied of such a demand is 30 micrometers or more of large another places, and the sum total of glass plate thickness has desirable 60 micrometers or more.

[0190] And in order to enable it to deal with it comparatively easily from experience actually used for manufacture of the substrate for display devices, the thickness of the glass plate of one sheet is 50 micrometers or more, and the sum total of glass plate thickness has more desirable 100 micrometers or more.

[0191] Furthermore, on a process, in order to enable it to deal with it easily, the thickness of the glass plate of one sheet is 70 micrometers or more, and the sum total of glass plate thickness has more desirable 140 micrometers or more.

[0192] Next, in the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention, the layer of the ingredient which was pinched between the glass plates of a pair and which consists of resin is explained.

[0193] Since it secures the shock resistance of a substrate, if the layer of the ingredient which was pinched between the glass plates of a pair and which consists of resin is the ingredient which can give sufficient compressive strain for this glass plate, i.e., the ingredient of the resin system which fulfills the above-mentioned conditions and has the property which can be given to a glass plate part for desired compressive stress, in the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention, its all are usable.

[0194] And as described above, as for the layer of the ingredient which consists of resin pinched with the glass plate of a pair which will be able to offer the substrate for display devices which has shock-proof, stably high ability, consisting of a thermosetting ingredient is desirable.

[0195] Even if it is the resin ingredient of metaphor thermosetting at this time, since use of a soft ingredient has the small compressive stress formed, it is not so desirable as polyurethane. Use of hard resin, such as an epoxy resin, is desirable.

[0196] In addition, about an epoxy resin, it is possible to choose a thing without coloring, when a thin film is formed and it uses for the substrate for display devices, it is possible to offer the substrate of quantity permeability, and it is desirable also at the point.

[0197] Next, as shown in a formula 20 etc., in order to enlarge more compressive stress given to a glass plate, use of a resin system ingredient with higher T_g enlarges temperature-change width-of-face ΔT more namely, is desirable.

[0198] Furthermore, it is effective in a raise in T_g of a resin system ingredient to adopt the description of an inorganic material to resin material, and use of the ingredient having the advantage of the organic substance and the advantage (it excels in the dynamics property under a high temperature service, and is high thermal resistance.) of an inorganic substance, i.e., inorganic-organic hybrid material, is desirable.

[0199] Although the upper limit of temperature-change width of face is usually decided by T_g of

resin material at this time, inorganic – organic hybrid material compounded using the heat-curing resin and the organic silicon compound of a polyaddition mold which are the new technique indicated by JP,2000-109709,A can use an epoxy resin for heat-curing resin.

[0200] And since the epoxy resin hard from the first is used as the base, reservation of hardness is easy and is high Tg, and when temperature is further applied exceeding Tg at the time of substrate manufacture, the upper limit of temperature-change width-of-face ΔT also has the description of becoming the added temperature itself instead of Tg.

[0201] Drawing 8 is a graph which shows the viscoelasticity evaluation result of the epoxy resin which is inorganic – organic hybrid material and the example of a comparison of the epoxy resin base which were used for the substrate for display devices which is an example concerning this invention.

[0202] As shown in drawing 8, although inorganic – organic hybrid material used for the substrate for display devices which is an example concerning this invention is based on the structure and the manufacture approach of explaining in full detail below, it is remarkably low compared with the general resin material besides an epoxy resin whose fall extent of an elastic modulus is an example of a comparison also at the temperature more than Tg.

[0203] Therefore, about temperature-change width-of-face ΔT , it can consider as $\Delta T = (\text{temperature to which effectiveness of resin was carried out}) - (\text{product temperature})$.

[0204] That is, if high temperature is applied into a production process, it is possible to make the compressive stress which adds the part to a glass plate as it is reflect, and it is possible to control compressive stress and to enlarge very much.

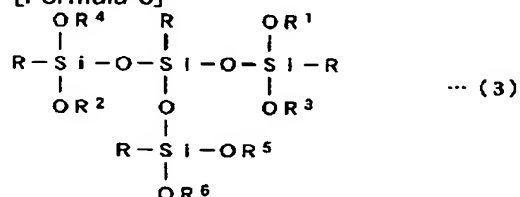
[0205] Therefore, in the substrate for display devices concerning this invention, use of inorganic-organic hybrid material compounded using the heat-curing resin and the organic silicon compound of a polyaddition mold is desirable. And use of inorganic-organic hybrid material of epoxy – silicon system which used as the base the epoxy resin in which hard thin film formation of high transmission is possible is more desirable.

[0206] Next, in this invention, the concrete molecular structure of usable inorganic-organic hybrid material is explained.

[0207] The use of inorganic-organic hybrid material which becomes inorganic-organic hybrid material from the compound of a chemical formula 3 or a chemical formula 4 and polyaddition mold heat-curing resin is desirable. Although this ingredient adds and uses the curing agent of this polyaddition mold heat-curing resin, casting in the configuration of hope becomes the viscosity in front of heat curing is low, and the manufacture of the substrate for display devices performed by casting is easy, and easy.

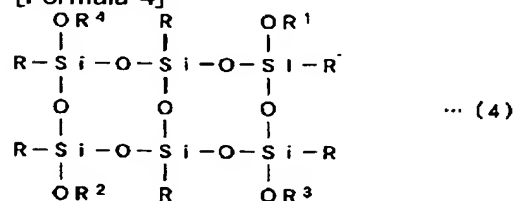
[0208]

[Formula 3]



[0209]

[Formula 4]



[0210] In [however a chemical formula 3, and a chemical formula 4, R is an organic radical containing the functional group which causes the curing agent and addition reaction of the above-mentioned

polyaddition mold thermosetting resin, and R1-R6 are ** silicon radicals which have three (SiOR(s) 3/2) from zero piece as a unit of a repeat.]

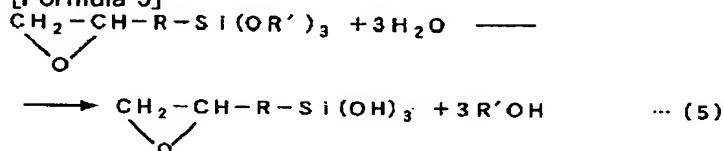
There is a method of using a sol-gel method as one of the methods of producing inorganic-organic hybrid material. By this approach, the thing not more than micrometer order or it for which the organic metal oxide or metallic oxide of order is formed into an organic macromolecule matrix becomes possible in the temperature requirement which is about 100-150 degrees C into which an organic compound is not disassembled.

[0211] Therefore, use of a sol-gel method is suitable as the approach of hybridization, and a sol-gel method can use an epoxy resin as an ingredient for organic macromolecule matrices.

[0212] And about the sol-gel reaction performed in the hybridization using this epoxy resin, if the case where an epoxy mold organic silicon alkoxide is used for a raw material is mentioned as an example, it will become the reaction shown in the chemical formula 5 and the chemical formula 6.

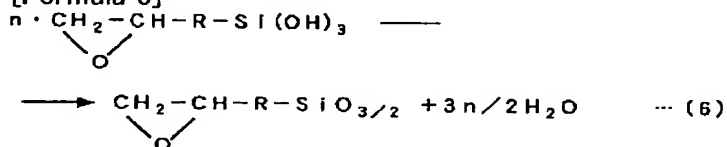
[0213]

[Formula 5]



[0214]

[Formula 6]



[0215] [Here, in a chemical formula 5 and a chemical formula 6, R and R' shows an organic radical.] A chemical formula 5 is hydrolysis of the organic silicon alkoxide accompanied by generation of alcohol, and a chemical formula 6 is the dehydration condensation reaction of hydroxylation organic silicon.

[0216] The reaction shown in these chemical formulas 5 and a chemical formula 6 is performed in an epoxy resin, and after a suitable reaction advance, since an epoxy group is contained in an organic silicon compound when adding curing agents, such as the curing agent for epoxy resins, for example, an amine system compound, quaternary ammonium salt, a cyanogen amide, a carboxylic anhydride, boron-trifluoride-amine complex, organic-acid hydrazide, an imidazole system compound, a phenol, cresol, KISHIRI Norian, or phenol resin, the addition reaction of the epoxy group in an organic silicon compound and an epoxy resin and reactant functional groups, such as an amino group in a curing agent, occurs.

[0217] Furthermore, if a reaction progresses, inorganic-organic hybrid material of epoxy - silicon system which the organic silicon compound in the condition of having formed a curing agent and covalent bond distributed to homogeneity will be generated. That is, the manufacture of the substrate for display devices which consists of an epoxy-silicon system inorganic-organic hybrid material distributed to homogeneity of an organic silicon ingredient is attained.

[0218] In addition, when performing the reaction shown in the above-mentioned chemical formula 5 and a chemical formula 6 in an epoxy resin, reacting by the open system is possible.

[0219] And it is also possible to advance a reaction, removing some of alcohol which equips a reaction container with a distillation apparatus, distills with a sink and generates nitrogen gas, and water [at least] out of a reactor.

[0220] By using this distillation, it becomes possible to promote advance of a sol-gel reaction, and compaction of reaction time, as a result substrate production time is attained. Moreover, distillation becomes it is possible to remove alcohol, water, etc. from the system of reaction mildly compared with the approach of removing alcohol, water, etc. at a vacua, and possible [controlling that a reaction occurs rapidly and coloring arises in a product], and the manufacture of the substrate for

display devices of high permeability of it is attained.

[0221] And since the reaction under nitrogen-gas-atmosphere condition is attained, it is effective in intercepting oxygen, and coloring of inorganic - organic hybrid material of epoxy-silicon system finally generated is controlled more, and the manufacture of the substrate for display devices which has high permeability of it is attained.

[0222] Moreover, in order to remove the alcohol which is a resultant out of the system of reaction, it becomes possible to raise the thermal stability of the hydrolysis product of the organic silicon alkoxide which is a product.

[0223] Consequently, the pot life of the mixture which consists of the hydrolysis product and epoxy resin of this organic silicon alkoxide becomes long, at once, the hydrolysis reaction of a lot of organic silicon alkoxides is performed, the substrate for display devices can be manufactured only using an initial complement from the obtained product, and the part which remained can be used for manufacture of the substrate for display devices on and after next time.

[0224] That is, the simplification of the production process of the substrate for display devices is attained, and manufacture of the substrate for display devices in low cost is attained.

[0225] And it is also possible to advance a reaction, making the alcohol and water which equip a reaction container with reflux equipment, flow back with a sink and generate nitrogen gas further flow back in a reaction container.

[0226] By using this flowing-back method, it becomes possible to promote advance of a sol-gel reaction, and compaction of reaction time, as a result production time is attained. Moreover, since the reaction under nitrogen-gas-atmosphere condition is attained, coloring of inorganic - organic hybrid material of epoxy-silicon system finally generated is controlled, and manufacture of the substrate for display devices which has high permeability is attained.

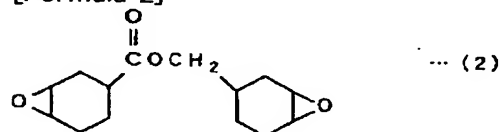
[0227] Moreover, after performing beforehand the reaction of the above-mentioned chemical formula 5 and a chemical formula 6 independently and making an organic silicon alkoxide oligomerize, it is also possible to add the obtained oligomer to an epoxy resin, to mix, to add an epoxy curing agent, to make it react further, and to generate inorganic-organic hybrid material of epoxy-silicon system.

[0228] By dividing the oligomerization reaction by the sol-gel method with an epoxy resin, and performing it, it becomes possible to control the side reaction in the inside of the epoxy resin caused by the sol-gel reaction, and coloring of an epoxy resin can be controlled and offer of the hybrid material equipped with higher transparency, as a result offer of the display device substrate using it are attained.

[0229] As an epoxy resin suitable for offer of the above hybrid materials Bisphenol A, Bisphenol F, tetrabromobisphenol A, tetra-FENI roll ethane, a phenol novolak, Or o-cresol novolak The glycidyl ether mold epoxy resin, hexahydro phthalic anhydride, or dimer acid of the alcoholic system which uses as the main raw material the glycidyl ether mold epoxy resin, the polypropylene glycol, or hydrogenation bisphenol A of the phenol system used as the main raw material The epoxy resin of the hybrid model which uses as the main raw material the glycidyl amine mold epoxy resin, the para aminophenol, or the p-oxy-benzoic acid which uses as the main raw material the glycidyl ester mold epoxy resin used as the main raw material, a diamino phenylmethane, isocyanuric acid, or hydantoin, Or use of the epoxy resins which use the ester of the following chemical formula 2 as the main raw material, and those mixture is possible.

[0230]

[Formula 2]



[0231] (Next, the calculated value 2 at the time of assuming that all the silicon contained in a hybrid material was set to SiO₂ although it was about the content of the silicon component in the hybrid material used for manufacture of a display device substrate, i.e., SiO₂, A definition can be given as an amount of conversions.) The concrete calculation approach is total of the amount of the organic

silicon alkoxide after the epoxy resin and curing agent to be used, and hydrolysis, carries out division process of the amount when the silicon in the organic silicon to be used is set to SiO₂, and calculates it.

[0232] And although it is about the content of the silicon component in the suitable hybrid material for manufacture of a display device substrate, in order to have the description of an inorganic substance and to improve thermal resistance, they are more SiO(s)₂ than 0 % of the weight. The amount of conversions is required. And SiO₂ fewer than 30 % of the weight Considering as the amount of conversions is desirable.

[0233] SiO₂ When there are more amounts of conversions than 30 % of the weight, it will become yes, difficult [it / to distribute homogeneity in a Brit ingredient], and the maldistribution of the compound of a chemical formula 3 and a chemical formula 4 will generate the compound of a chemical formula 3 and a chemical formula 4. Consequently, the substrate for display devices manufactured becomes weak, and it becomes easy to be divided to the impacts at the time of dropping etc.

[0234] And SiO₂ About the amount of conversions, it is more desirable to **** to 15 or less % of the weight 4% of the weight or more.

[0235] SiO₂ The effectiveness of inorganic – organic hybridization becomes remarkable by making the amount of conversions into 4 % of the weight or more, and offer of the substrate for display devices which was excellent with thermal resistance is attained. And by considering as 15 or less % of the weight, it becomes yes, possible about the compound of a chemical formula 3 and a chemical formula 4 to distribute homogeneity in a Brit ingredient, and it becomes possible to control enough the maldistribution of the compound of the chemical formula 3 used as the cause of the brittleness of the substrate manufactured, and a chemical formula 4.

[0236] As mentioned above, in the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention, offer of the substrate for display devices of a thin shape with shock-proof high ability, and a light weight and high-reliability is attained by pinching between the glass plates of the suitable thickness of a pair using the layer of the ingredient which consists of resin which gave the above-mentioned explanation.

[0237] (Example) The display device which used the substrate for display devices and it which give an example and start this invention hereafter, and which are an operation gestalt is explained to a detail.

[0238] (Example 1) The varnish used as the raw material of the layer which consists of an epoxy-silicon system inorganic-organic hybrid material which constitutes first the substrate for display devices which is the first example concerning this invention is prepared.

[0239] SiO₂ 0.13g of JIRAURIN acid di-n-butyl tin shown in 3-glycidoxypropyltrimetoxysilane (it is hereafter called GTMS for short) 13.2g and 1.3g of purified water shown in a chemical formula 7, and a chemical formula 9 so that the amount of conversions may become 8wt(s)% It mixes among a reaction container and is left under room temperature conditions overnight.

[0240] Next, 30g of epoxy resins shown in a chemical formula 8 is added, and it agitates at a room temperature for 30 minutes.

[0241] Next, a reaction container is equipped with a distillation apparatus and heating churning of the methanol(water) which generates nitrogen gas in sink reaction mixture is carried out at 150 degrees C with removal by distillation for 4 hours.

[0242] 16.5g of next, phenol resin which shows heating in a chemical formula 10 as an epoxy curing agent after returning the temperature of reaction mixture to a stop and a room temperature Triphenyl phosphine 0.3g which is a hardening accelerator In addition, it heats for 2 minutes at 80 degrees C.

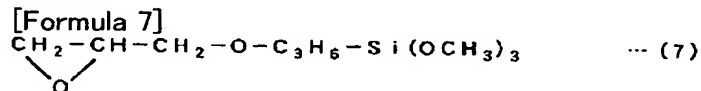
[0243] Next, drawing 9 is drawing explaining the press molding approach of the substrate for display devices which is the first example concerning this invention. The substrate 1 for display devices which is the first example which starts this invention according to the press molding approach shown in drawing 9 is manufactured.

[0244] It is placed on the polyimide sheet 32, and on wide [by which preheating was beforehand carried out to 120 degrees C / 30mm long and 70mm wide], and the thickness glass plate 3 of 70

micrometers, as the varnish 31 obtained by the above-mentioned approach is poured, it is applied.
 [0245] And the thickness of the substrate finally obtained compares with the glass substrate for display devices usually used, and it is 0.3mm thin enough. It puts with 30mm long of one more sheet, 70mm wide, the glass plate 2 with a thickness of 70 micrometers, and the polyimide sheet 34 of 50-micrometer thickness, adjusting thickness using a spacer 33 so that it may become extent.
 [0246] Next, the obtained laminating structure is pinched with the end plates 35 and 36 made from stainless steel of a pair (2mm thickness), it puts for amide fiber (3.8mm thickness) 37 and 38 from on the further, and the press molding set 30 is constituted.

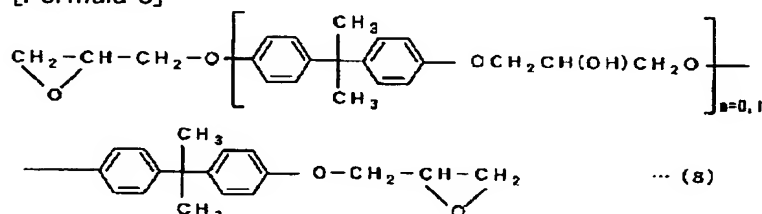
[0247]

[Formula 7]



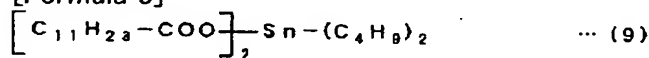
[0248]

[Formula 8]



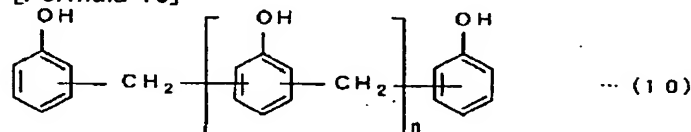
[0249]

[Formula 9]



[0250]

[Formula 10]



[0251] Next, press molding of this press molding set is carried out for 120 minutes for 15 minutes and at 160 degrees C by 120 degrees C.

[0252] It consists of layers 4 which consist of an epoxy - silicon system inorganic-organic hybrid material with a thickness of 140 micrometers pinched between the glass plates 2 and 3 of the pair which counters shown in drawing 2 after press termination, and the glass plates 2 and 3 of a pair, and the substrate 1 (glass / HB material / glass = 70/140/70 of configurations) for display devices which are magnitude 30mmx70mm and the thickness of 0.28mm is obtained.

[0253] In the substrate 1 for display devices which is an example concerning obtained this invention, compressive strain are inherent in the part of glass plates 2 and 3.

[0254] And the compressive strain which were inherent in the part of glass plates 2 and 3 are the compressive strain given to a glass plate 2 and three parts by the layer 4 of the ingredient which consists of a pinched epoxy-silicon system inorganic-organic hybrid material.

[0255] The physical properties of the above-mentioned epoxy-silicon system inorganic-organic hybrid material used in this example are as follows.

[0256] $T_g = 145$ degree C $\Delta T = (\text{curing temperature of HB material} = 160 \text{ degrees C}) - (\text{shock-proof evaluation temperature} = 20 \text{ degrees C}) = 140 \text{ degrees C} (=140\text{K})$

α_{HB} (coefficient of linear expansion of HB ingredient) = 88 — thickness [of $\times 10^{-6}\text{K}^{-1}\text{Er}$ (elastic modulus of HB material) = 2.4GPa HB material] = — the physical properties of the glass plate used similarly 140 micrometers again are as follows.

[0257] α (coefficient of linear expansion of glass used) = $5.1 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ E_g (elastic modulus of glass) = 72.5 GPa (G pascal)

The thickness grand total of glass = 140 micrometers (two 70 micrometerx upper and lower sides)
It turns out that the compressive strain which were inherent in a glass plate 2 and the three sections from the formula 20 previously explained to be the above physical-properties value are 4×10^{-4} .

[0258] Similarly, $\{\alpha \times \Delta T_x (E_{xhr})\} / (E_g \times h_g)$ value according to a formula 26 are computable with 4×10^{-4} . Similarly, a $\{\alpha \times \Delta T_x (E_{xhr})\}$ value can compute 4100 Pa-m and a $\{\alpha \times \Delta T_{xhr}\}$ value with 3.0×10 to 6 m, and is filling the relation shown in Formula III and Formula IV.

[0259] Next, when the light transmittance of the substrate 1 for display devices which is an example concerning obtained this invention was measured, the light transmittance whose light transmittance with a wavelength of 400nm is 93% and the wavelength of 540nm is 97%, and it turned out that very high permeability is shown.

[0260] Therefore, it turned out that offer of the substrate for display devices in which high permeability is shown is attained by this invention.

[0261] And the weight of the substrate 1 for display devices which is an example concerning obtained this invention was measured. It is referred to as 10mmx10mm, and the magnitude of a sample is 0.3mm of the same magnitude. The glass plate and weight of thickness were measured.

[0262] consequently, the substrate 1 for display devices which is an example concerning this invention — 0.0455g the weight of the glass plate which is an example of a comparison to being very lightweight — 0.0713g it is — though it was equivalent thickness, the substrate 1 for display devices which is an example concerning this invention was understood that weight reduction of about 40 percent is possible compared with the glass plate.

[0263] Therefore, this invention showed that offer of the lightweight substrate for display devices was attained.

[0264] Next, the thermal resistance of the substrate 1 for display devices which is an example concerning obtained this invention was examined.

[0265] It was left for 1 hour in the oven set as 150 degrees C of introduction, and the existence of coloring was investigated visually after that. Coloring was not seen.

[0266] Next, another sample was left for 1 hour in the oven set as 200 degrees C, and the existence of coloring was investigated by measuring permeability after that. The light transmittance whose light transmittance with a wavelength of 400nm is 91% and the wavelength of 540nm is 98%, and it turned out that the same, very high permeability as heating before is maintained.

[0267] As mentioned above, it turned out that the substrate 1 for display devices which is an example concerning this invention has high thermal resistance. Therefore, it turned out that offer of the substrate for display devices which has high thermal resistance is attained by this invention.

[0268] Moreover, in order to investigate the viscoelastic property of the layer of the ingredient which consists of an epoxy-silicon system inorganic-organic hybrid material pinched by the glass plate of a pair, in manufacture of the substrate for display devices which is an example concerning above-mentioned this invention, the glass plate of a pair was not used but it was crowded only on both sides of the above-mentioned epoxy-silicon system inorganic-organic hybrid material between vertical polyimide sheets, and the same press as the above was performed and the stiffened sample was manufactured.

[0269] Furthermore, as an example of a comparison, the JIRAURIN acid di-n-butyl tin shown in GTMS, purified water, and a chemical formula 9 was not used, but using the epoxy resin shown in the same chemical formula 8 as the above, the phenol resin shown in a chemical formula 10 as an epoxy curing agent, and triphenyl phosphine which is a hardening accelerator, according to the same press molding approach, press molding was performed on the same conditions and the epoxy resin sample which is not hybridized was obtained.

[0270] And each viscoelastic property was evaluated using these samples. The result was shown in drawing 8.

[0271] In the epoxy resin sample which is an example of a comparison, the fall of nearly 145-degree C viscoelastic property is slighter than drawing 8 with the epoxy-silicon system inorganic-organic

hybrid material sample used for this example to viscoelastic property falling rapidly at nearly 145 degrees C which is a glass transition point (T_g), and it turned out that the elastic coefficient more than T_g is high single or more figures compared with the epoxy resin sample which is an example of a comparison.

[0272] Next, clarify relation between conditions and shock-proof ability, such as thickness of the layer of the ingredient which consists of the substrate total thickness for display devices, glass plate thickness used, and resin, and it sets to the substrate for display devices which is an example concerning this invention. (Example 2) In order to clarify [for example,] the optimal conditions with which are satisfied of the shock-proof ability more than the glass plate of 0.3mm thickness or 0.5mm thickness, securing lightweight thin shape nature, The thickness of the layer of the ingredient which consists of the substrate total thickness for display devices, glass plate thickness used, and resin etc. manufactured the substrate for display devices which is an example concerning this invention which changed various requirements for a configuration.

[0273] The raw material varnish of inorganic – organic hybrid material of the same epoxy – silicon system as having used it in the substrate manufacture which is the first example of the above which has the configuration of /glass =70/140/70 is used. glass / HB material — The thing of 50-micrometer thickness, 100-micrometer thickness, and 200-micrometer thickness is used for the glass plate to be used, respectively. Moreover, the thickness of the layer of the ingredient which adjusts the thickness of the spacer at the time of a press, and consists of HB material in the substrate for display devices was adjusted suitably, and the substrate for display devices of the first example of the above and the substrate for display devices which is another example which starts this invention according to the same approach were manufactured.

[0274] the obtained substrate for display devices — glass / HB material — the configuration of /glass =50/90/50, and glass / HB material — the configuration of /glass =100/100/100, and glass / HB material — they are three sorts of the configuration of /glass =200/420/200.

[0275] each permeability — glass / HB material — the configuration of /glass =50/90/50 — 98% (wavelength of 400nm), and glass / HB material — the configuration of /glass =100/100/100 — 94% (wavelength of 400nm), and glass / HB material — it was 85% (wavelength of 400nm) with the configuration of /glass =200/420/200, and there is neither distortion nor bending and the substrate for display devices of high permeability was obtained.

[0276] (Example 3) Next, shock resistance was evaluated using the substrate for display devices (glass / HB material / glass =70/140/70, 50/90/50, 100/200/100/100 and 420/200 of configurations [four sorts of]) which is the example of four sorts of this inventions concerning the manufacture approach explained in the first example and the second example.

[0277] Although the evaluation approach showed the outline to drawing 6 , it dropped the iron metal bearing ball 22 whose weight is 8.343g by 12.7mmphi on the center section of each sample substrate (30mmx70mm magnitude) 21 by which standing was carried out on the wooden test board, and depended on the falling weight test which evaluates the existence of generating of the crack in the sample substrate 21 interior.

[0278] Moreover, in the magnitude same as an example of a comparison, using the glass plate (50 micrometers, 100 micrometers, 200 micrometers, 300 micrometers (0.3mm), and 500 micrometers (0.5mm)), thickness performed the same falling weight test and compared shock-proof ability, respectively.

[0279] The result of the falling weight test of the glass substrate which is the substrate for display devices and the example of a comparison concerning this invention which are an example was collectively shown in the table of drawing 7 .

[0280] glass / HB material — the substrate for display devices which is the example which has the configuration of /glass =100/100/100 — 0.3mm It turned out that shock-proof ability equivalent to the glass plate of thickness is shown.

[0281] moreover, glass / HB material — the substrate for display devices which is the example which has the configuration of /glass =50/90/50 — 0.5mm It turned out that shock-proof ability equivalent to the glass plate of thickness is shown.

[0282] furthermore, glass / HB material — the substrate for display devices which is the example

which has the configuration of /glass =70/140/70 — 0.5mm It turned out that the shock-proof ability exceeding the glass plate of thickness is shown.

[0283] As mentioned above, it turned out that the substrate for display devices which is an example concerning this invention shows shock-proof high ability. Therefore, it turned out that offer of the substrate for display devices in which high management violent ability is shown is attained by this invention.

[0284] (Example 4) the above-mentioned glass / HB material which is the first example concerning this invention — the so-called liquid crystal display in TN (twist - nematic) mode was manufactured using the substrate for display devices which has the configuration of /glass =70/140/70.

[0285] First, the layer of ITO (indium tin oxide) which is a transparence electrical conducting material all over one side of each substrate was formed by the thickness of 100nm under the 200-degree C temperature condition using the well-known sputtering method using two substrates for display devices which are the first example.

[0286] The obtained substrate with an ITO electrode does not have curvature, either, and had flat and high transparency.

[0287] Etching processing of the substrate with which this ITO layer was formed was carried out respectively similarly, patterning of the ITO layer was carried out to the shape of a stripe, and the stripe electrode was formed on each substrate. The width of face of the electrode in [which constitutes a stripe electrode at this time / every] is 6mm, and adjoining inter-electrode spacing was set to 0.5mm.

[0288] Next, the varnish (2% of solid content concentration) of the polyamic acid which is the precursor of polyimide in order to arrange the polyimide orientation film for carrying out orientation of the liquid crystal in the field in which the electrode of each substrate was formed was applied with the spin coat method, and in order to remove a solvent, after carrying out temporary desiccation at 80 degrees C, baking was performed for 15 minutes at 200 degrees C. In this way, on the electrode of a substrate, the polyimide orientation film was formed by the thickness of 100nm.

[0289] Next, in order to carry out orientation of the liquid crystal molecule, rubbing processing of the polyimide orientation film front face of each substrate was carried out. Rubbing processing used the rubbing machine made from FUJIOKA, and was performed by winding the buff cloth made from rayon around the rubbing roll of 100mmphi. Rubbing conditions are [rotational speed / of a rubbing roll] 0.4mm about 30mm/[a second and] and the amount of pushing in the feed rate of 1000RPM and a substrate. It carried out. Here, the amount of pushing is an amount stuffed into a substrate side from a polyimide orientation film front face. The direction of rubbing presupposed that it is parallel to the major axis of a stripe electrode.

[0290] Next, about one side of the two substrates with an electrode by which rubbing processing was carried out, the sealant which is thermosetting resin was applied to the viewing-area periphery by the side of the orientation film, and the spacer was sprinkled in the orientation film side front face of another substrate with an electrode.

[0291] and the direction of rubbing in the orientation film (the direction of liquid crystal orientation) becomes [the ejection (wiring) of the electrode for impressing an electrical potential difference from nothing and the exterior] easy about the include angle of 90 degrees mutually — as — both substrates — several mm — shifting — making — the lamination from an orientation film forming face side — it pressurized for 2 hours, heating at 150 degrees C succeedingly, adhesion immobilization of vertical both the substrates was carried out, and the LCD panel before liquid crystal restoration was obtained.

[0292] At this time, the gap between vertical substrates was 5 micrometers.

[0293] Next, liquid crystal was poured in from enclosure opening which is opening of the LCD panel, and enclosure opening carried out optical closure after impregnation using ultraviolet-rays hardening resin.

[0294] Next, the deviation version was stuck on each of vertical both sides of the LCD panel so that it might become cross Nicol's prism arrangement. At this time, it was made in agreement [the deviation shaft of one deflecting plate] with the direction of rubbing of the orientation film formed on the substrate with which this deflecting plate was stretched (the direction of liquid crystal

orientation).

[0295] In this way, TN mode liquid crystal display of a no MARI opening property (the time of low-battery impression the time of high-voltage impression a white display, black display) was obtained.

[0296] Next, the electrical potential difference of 4V was impressed to the LCD panel using the stripe electrode of the vertical substrate front face which is that it is unreserved. According to impression of an electrical potential difference, liquid crystal carried out orientation change and the viewing area of the panel which was a white display changed to the uniform black display at the time of no electrical-potential-difference impressing.

[0297] Therefore, it was checked through the LCD panel production process that the liquid crystal display had been manufactured using the substrate for display devices which is the first example concerning this invention.

[0298] That is, it can be adapted for the conventional LCD manufacture process for using ITO for an electrode material of the substrate for display devices which is the first example concerning this invention, and it was understood that manufacture of a liquid crystal display is possible using this.

[0299] According to this invention, in the substrate for display devices, it becomes possible to be satisfied with lightweight-izing, thin-shape-izing, and a list of a raise in reliance (high gas barrier property), a raise in a heatproof, and high shock resistance at coincidence.

[0300] Moreover, make it hard to divide a glass plate part in the substrate for display devices constituted by carrying out the laminating of a glass plate and the resin according to this invention, i.e., 0.3mm. It is possible to raise shock-proof ability more than the glass of thickness, an EQC, or it.

[0301] Moreover, according to this invention, it is a lightweight thin shape and it is possible to offer display devices, such as LCD excellent in shock resistance and display grace or an organic EL device, using the ingredient and production process from the former.

[0302]

[Effect of the Invention] According to this invention, the substrate for display devices which was excellent in shock resistance with the lightweight thin shape can be offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the cross-sectional view showing the structure of a three-layer laminated circuit board which consists of the conventional glass plate proposed for LCD panel manufacture, and a resin film.

[Drawing 2] It is the cross-sectional view showing the structure of the substrate for display devices which is the first operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 3] It is drawing explaining the free telescopic motion accompanying the temperature change of a glass plate and a resin film.

[Drawing 4] When the glass plate and the resin film have pasted up, it is drawing explaining distortion generated in connection with temperature-change ΔT .

[Drawing 5] It is drawing explaining the distortion accompanying the bending deformation to the neutral axis of the whole layered product.

[Drawing 6] It is drawing explaining the approach of the falling weight test of the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 7] It is the table which summarized the result of the falling weight test of the substrate for display devices which is an operation gestalt concerning this invention.

[Drawing 8] It is the graph which shows the viscoelasticity evaluation result of the epoxy resin which is inorganic - organic hybrid material and the example of a comparison which were used for the substrate for display devices which is an example concerning this invention.

[Drawing 9] It is drawing explaining the press molding approach of the substrate for display devices which is the first example concerning this invention.

[Description of Notations]

1 [— A layered product, 18 / — A resin film, 19 / — A neutral axis, 20 / — The bending moment, 21 / — A sample substrate, 22 / — A metal ball, 30 / — A press molding set, 31 / — 32 A varnish, 34 / — A polyimide sheet, 33 / — 35 A spacer, 36 / — 37 An end plate, 38 — Amide fiber.] — The substrate for display devices, 2, 3, 11, 12, 16, 17 — 4 A glass plate, 13 — The layer of the ingredient which consists of resin, 15

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

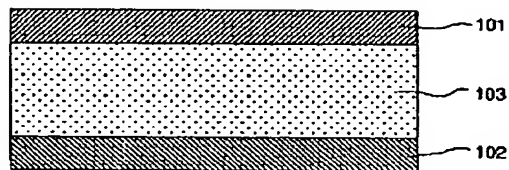
2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

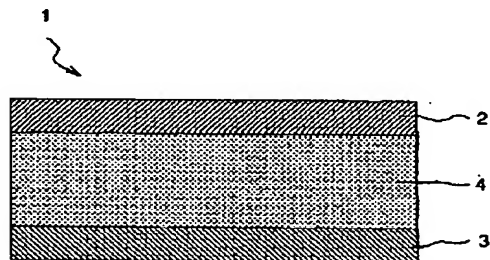
[Drawing 1]

図 1



[Drawing 2]

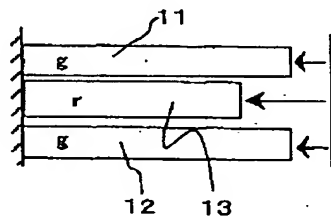
図 2



[Drawing 3]

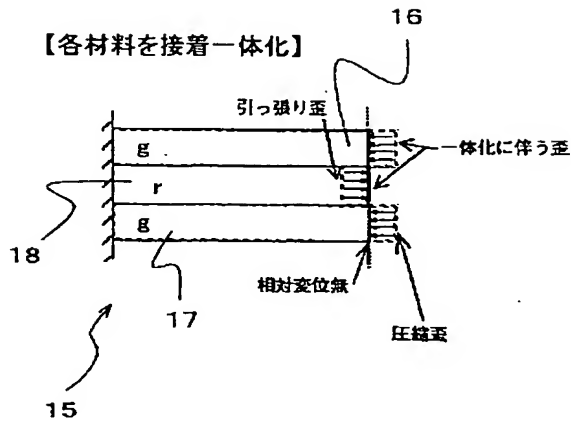
図 3

【各材料接着無し：自由伸縮】



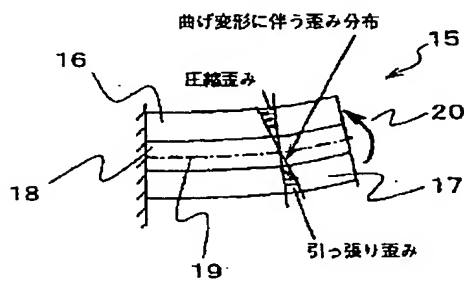
[Drawing 4]

図 4



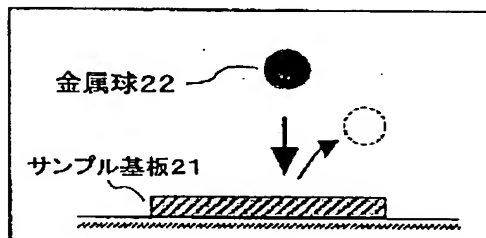
[Drawing 5]

図 5



[Drawing 6]

図 6



[Drawing 7]

図 7

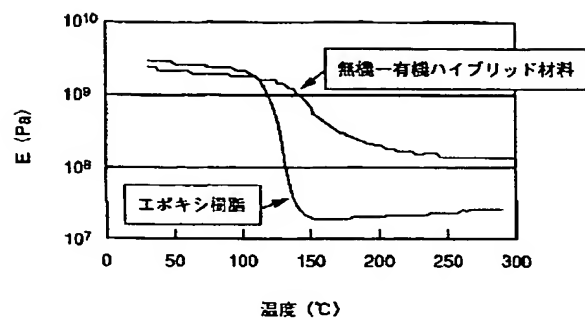
表. 表示素子用基板の落球試験結果

	基板総厚	ガラス厚み	落下高さ				
			10cm	15cm	20cm	25cm	30cm
Ref. ガラス基板	50 μm	←	x				
	100 μm	←	x				
	200 μm	←	x				
	300 μm	←	○	x			
	500 μm	←	○	○	△	x	
サンプル基板	190 μm	50 μm	○	○	△		△
	280 μm	70 μm	○	○	○		△
	300 μm	100 μm	○	x			
	820 μm	200 μm	○	○	○		△

○=無傷、x=割れ発生、△=球の落下部位に極微かな割れ発生

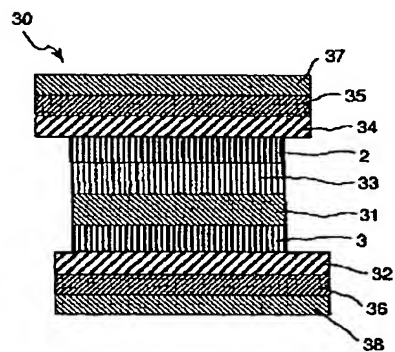
[Drawing 8]

図 8



[Drawing 9]

図 9



[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law
 [Section partition] The 2nd partition of the 6th section
 [Publication date] February 17, Heisei 17 (2005. 2.17)

[Publication No.] JP,2003-122269,A (P2003-122269A)
 [Date of Publication] April 25, Heisei 15 (2003. 4.25)
 [Application number] Application for patent 2001-320062 (P2001-320062)
 [The 7th edition of International Patent Classification]

G09F 9/30
 B32B 17/10
 C03C 17/32
 // G02F 1/1333

[F1]

G09F 9/30 310
 B32B 17/10
 C03C 17/32 A
 G02F 1/1333 500

[Procedure revision]
 [Filing Date] March 10, Heisei 16 (2004. 3.10)
 [Procedure amendment 1]
 [Document to be Amended] Specification
 [Item(s) to be Amended] Claim
 [Method of Amendment] Modification
 [The contents of amendment]
 [Claim(s)]
 [Claim 1]

In the substrate for display devices which has the resin ingredient layer pinched between the glass plate of the pair which counters, and the glass plate of this pair,

The substrate for display devices characterized by being constituted so that it may be inherent in this glass plate in compressive strain.

[Claim 2]

In the substrate for display devices according to claim 1,

A resin ingredient layer is a substrate for display devices characterized by being inorganic-organic hybrid of epoxy-silicon system.

[Claim 3]

In the substrate for display devices according to claim 1,

The compressive strain which were inherent between said glass substrates are 1.9×10^{-4} . Substrate for display devices characterized by being above.

[Claim 4]

The substrate for display devices which has a resin ingredient layer containing inorganic - organic hybrid material of epoxy-silicon system pinched between the glass plate of the pair which counters, and the glass plate of this pair.

[Claim 5]

In the substrate for display devices according to claim 4,

Said resin ingredient layer is a substrate for display devices characterized by consisting of an inorganic-organic hybrid material compounded using the epoxy mold organic silicon alkoxide expressed with the following chemical formula (1).

[Formula 1]

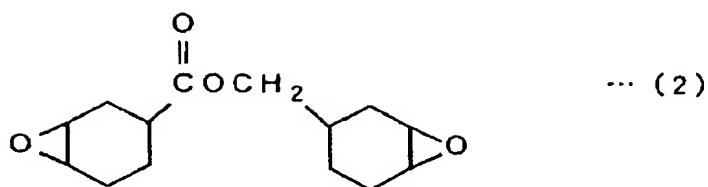


[Claim 6]

In the substrate for display devices according to claim 4,

Said resin ingredient layer Bisphenol A, Bisphenol F, tetrabromobisphenol A, tetra-FENI roll ethane, a phenol novolak, Or o-cresol novolak The glycidyl ether mold epoxy resin, hexahydro phthalic anhydride, or dimer acid of the alcoholic system which uses as the main raw material the glycidyl ether mold epoxy resin, the polypropylene glycol, or hydrogenation bisphenol A of the phenol system used as the main raw material The epoxy resin of the hybrid model which uses as the main raw material the glycidyl amine mold epoxy resin, the para aminophenol, or the p-oxy-benzoic acid which uses as the main raw material the glycidyl ester mold epoxy resin used as the main raw material, a diamino phenylmethane, isocyanuric acid, or hydantoin, Or the substrate for display devices characterized by consisting of an inorganic - organic hybrid material which used any of the epoxy resin which uses the ester of the following chemical formula (2) as the main raw material they were, and was compounded.

[Formula 2]



[Claim 7]

For the content of a silicon component [in / on the substrate for display devices according to claim 4, and / said resin ingredient layer], all silicon components are SiO₂. Substrate for display devices characterized by and being fewer than 0 % of the weight than 30 % of the weight when it is assumed that it has become.

[Claim 8]

In the substrate for display devices according to claim 1 or 4,

The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the following formula 1.

[Equation 1]

$$\frac{| \{ (\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} |}{\{ (E_r \times h_r) + (E_g \times h_g) \}} \geq 1.9 \times 10^{-4} \quad \dots \text{(数式1)}$$

[— here, deltaT is the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the glass transition temperature (T_g) of the layer of the ingredient which consists of said resin. (In addition, when the highest attainment temperature at the time of hardening of the layer of the ingredient which consists of said resin, or molding is below the glass transition temperature (T_g) of this ingredient, the temperature which deducted the service temperature of this substrate for display devices from the highest attainment temperature at the time of this hardening or molding is shown.)

Moreover, coefficient of linear expansion of alphag= use glass,

Coefficient of linear expansion of the ingredient which consists of alphas= resin,

The elastic modulus of E_g= glass,

The elastic modulus of the ingredient which consists of E_r= resin,

Sum total thickness of h_g= glass plate,

the thickness of the ingredient which consists of h_r= resin -- it comes out.]

[Claim 9]

In the substrate for display devices according to claim 1 or 4,

The substrate for display devices characterized by filling the relation shown in the following formula 2.

[Equation 2]

$$\{ \alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} / \{ E_g \times h_g \} \geq 1.9 \times 10^{-4} \quad \dots \text{(数式2)}$$

[Claim 10]

It is the substrate for display devices characterized by the thickness of said substrate for display devices being 0.3 micrometers or less in the substrate for display devices according to claim 1 or 4.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-122269

(P2003-122269A)

(43) 公開日 平成15年4月25日 (2003.4.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト [*] (参考)
G 0 9 F 9/30	3 1 0	G 0 9 F 9/30	3 1 0 2 H 0 9 0
B 3 2 B 17/10		B 3 2 B 17/10	4 F 1 0 0
C 0 3 C 17/32		C 0 3 C 17/32	A 4 G 0 5 9
// G 0 2 F 1/1333	5 0 0	G 0 2 F 1/1333	5 0 0 5 C 0 9 4

審査請求 未請求 請求項の数47 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2001-320062(P2001-320062)

(22) 出願日 平成13年10月18日 (2001.10.18)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 大阿久 仁嗣

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 ▲塙▼ 安男

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

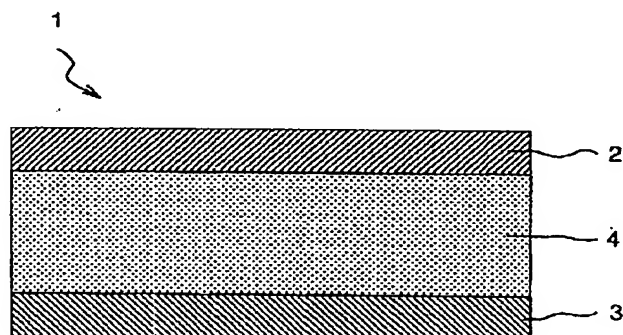
(54) 【発明の名称】 表示素子用基板及びそれを用いた表示素子

(57) 【要約】

【課題】表示素子用基板において、軽量化と薄型化、並びに高信頼化と高耐熱化、そして高い耐衝撃性を同時に満足する。

【解決手段】表示素子用基板1を、対向する一対の極薄ガラス板2、3と、ガラス板2、3の間に挟持された、樹脂からなる材料の層4とから構成するとともに、ガラス板2、3部分に層4に起因する圧縮歪みを内在させるようにする。表示素子用基板において、極薄ガラス板部分を割れ難くして耐衝撃性能を向上させ、軽量薄型高信頼性と両立させることが可能となる。

図 2



【特許請求の範囲】

【請求項1】対向する一対のガラス板と、該一対のガラス板間に挟持された樹脂材料層を有する表示素子用基板において、

該ガラス板には圧縮歪みを内在するよう構成されたことを特徴とする表示素子用基板。

【請求項2】請求項1の表示素子用基板において、前記ガラス板に内在された圧縮歪みは、前記挟持された樹脂材料層による圧縮歪みであることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項3】請求項1又は2の表示素子用基板において、前記樹脂材料層は、ポリウレタンを除く熱硬化性の樹脂であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項4】請求項1から3の何れか一項記載の表示素子用基板において、前記樹脂材料層はエポキシ樹脂であることを特徴とする表示素子用基板。

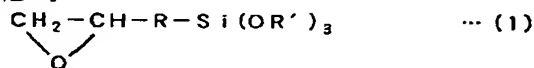
【請求項5】請求項1から4の何れか一項記載の表示素子用基板において、前記樹脂材料層は、無機-有機ハイブリッド材料であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項6】請求項1から5の何れか一項記載の表示素子用基板において、前記樹脂材料層は、エポキシ-ケイ素系の無機-有機ハイブリッド材料であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項7】請求項1から6の何れか一項記載の表示素子用基板において、前記樹脂材料層は、エポキシ樹脂と有機ケイ素化合物を用いて合成されたエポキシ-ケイ素系の無機-有機ハイブリッド材料であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項8】請求項1から7の何れか一項記載の表示素子用基板において、前記樹脂材料層は、下記化学式1で表されるエポキシ型有機ケイ素アルコキッドを用いて合成された無機-有機ハイブリッド材料からなることを特徴とする表示素子用基板。

【化1】



【上記化学式1において、R、R'は有機基である。】

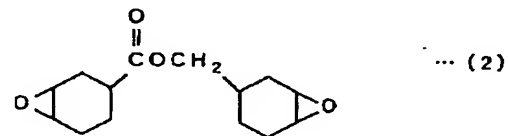
【請求項9】請求項1から8の何れか一項記載の表示素子用基板において、前記樹脂材料層は、ビスフェノールA、ビスフェノールF、テトラプロモビスフェノールA、テトラフェニロー

$$\frac{| \{ (\alpha g - \alpha r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} |}{\{ (E_r \times h_r) + (E_g \times h_g) \}} \geq 1.9 \times 10^{-4} \quad \dots (数式1)$$

【ここで、 ΔT は前記樹脂からなる材料の層のガラス転移温度 (T_g) から該表示素子用基板の使用温度を差し

ルエタン、フェノールノボラック、若しくは α -クレゾールノボラックを主原料とするフェノール系のグリシジルエーテル型エポキシ樹脂、ポリプロピレングリコール若しくは水添ビスフェノールAを主原料とするアルコール系のグリシジルエーテル型エポキシ樹脂、ヘキサヒドロ無水フタル酸若しくはダイマー酸を主原料とするグリシジルエステル型エポキシ樹脂、ジアミノフェニルメタン、イソシアヌル酸若しくはヒダントインを主原料とするグリシジルアミン型エポキシ樹脂、 p -アミノフェノール若しくは p -オキシ安息香酸を主原料とする混合型のエポキシ樹脂、又は下記化学式2のエステルを主原料とするエポキシ樹脂の何れかをを用いて合成された無機-有機ハイブリッド材料からなることを特徴とする表示素子用基板。

【化2】



【請求項10】請求項6から9の何れか一項記載の表示素子用基板において、前記樹脂材料層は、ケイ素成分の含有率が、ケイ素成分がすべて SiO_2 となっていると仮定した場合に、0重量%より多く、30重量%より少ないことを特徴とする表示素子用基板。

【請求項11】請求項6から9の何れか一項記載の表示素子用基板において、前記樹脂材料層は、ケイ素成分の含有率が、ケイ素成分がすべて SiO_2 となっていると仮定した場合に、4重量%より多く、15重量%より少ないことを特徴とする表示素子用基板。

【請求項12】請求項1から11の何れか一項記載の表示素子用基板において、前記ガラス板部に内在された圧縮歪みは、 1.9×10^{-4} 以上であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項13】請求項1から12の何れか一項記載の表示素子用基板において、表示素子用基板の厚みは0.3mm以下であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項14】請求項1から13の何れか一項記載の表示素子用基板において、数式1に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数1】

引いた温度である。(尚、前記樹脂からなる材料の層の硬化若しくは成型時の最高到達温度が該材料のガラス転

20

30

40

50

移温度 (T g) 以下である場合は該硬化若しくは成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度を示す。)

また、 αg = 使用ガラスの線膨張係数、

αr = 樹脂からなる材料の線膨張係数、

$E g$ = ガラスの弾性率、

$E r$ = 樹脂からなる材料の弾性率、

$$\{ \alpha r \times \Delta T \times (E r \times h r) \} / \{ E g \times h g \} \geq 1.9 \times 10^{-4}$$

… (数式 2)

【請求項 1 6】請求項 1 5 記載の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が 6 0 μm 以上であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項 1 7】請求項 1 5 記載の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が 1 0 0 μm 以上であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項 1 8】請求項 1 5 記載の表示素子用基板において

$$\{ \alpha r \times \Delta T \times (E r \times h r) \} \geq 2 8 0 0 \text{ パスカル} \cdot \text{メートル (Pa} \cdot \text{m)}$$

… (数式 3)

【請求項 2 0】請求項 1 から 1 9 の何れか一項記載の表示素子用基板において、

数式 4 に示された関係を満たすことを特徴とする表示素

$$(\alpha r \times \Delta T \times h r) \geq 1.4 \times 10^{-6} m$$

… (数式 4)

【請求項 2 1】請求項 1 から 1 3 の何れか一項記載の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が 1 5 0 μm 以下であり、

$$\{ \alpha r \times \Delta T \times (E r \times h r) \} \geq 2 1 0 0 \text{ Pa} \cdot \text{m}$$

… (数式 5)

【請求項 2 2】請求項 1 から 1 3 の何れか一項記載の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が 1 0 0 μm 以下であり、

$$\{ \alpha r \times \Delta T \times (E r \times h r) \} \geq 1 4 0 0 \text{ Pa} \cdot \text{m}$$

… (数式 6)

【請求項 2 3】請求項 1 4 から 2 2 の何れか一項記載の表示素子用基板において、

前記樹脂材料層の硬化若しくは成型時の最高到達温度は該材料のガラス転移温度 (T g) 以下であり、

ΔT は、前記樹脂材料層を構成する材料の硬化若しくは成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項 2 4】請求項 1 から 1 1 の何れか一項記載の表示素子用基板において、

前記ガラス板部に内在された圧縮歪みは、 3.4×10

$$| \{ (\alpha g - \alpha r) \times \Delta T \times (E r \times h r) \} / \{ (E r \times h r) + (E g \times h g) \} |$$

$$\geq 3.4 \times 10^{-4}$$

… (数式 7)

【ここで、 ΔT は前記樹脂からなる材料の層のガラス転移温度 (T g) から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度である。(尚、前記樹脂からなる材料の層の硬化若しくは成型時の最高到達温度が該材料のガラス転移温度 (T g) 以下である場合は該硬化若しくは成型時

$h g$ = ガラス板の合計厚み、

$h r$ = 樹脂からなる材料の厚み、である。]

【請求項 1 5】請求項 1 から 1 3 の何れか一項記載の表示素子用基板において、数式 2 に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数 2】

て、

前記ガラス板の板厚の合計が 1 4 0 μm 以上であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項 1 9】請求項 1 から 1 3 の何れか一項記載の表示素子用基板において、

数式 3 に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数 3】

子用基板。

【数 4】

数式 5 に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数 5】

数式 6 に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数 6】

以上の大きさの圧縮歪みであることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項 2 5】請求項 2 4 の表示素子用基板において、表示素子用基板の厚みは 0.3 mm 以下であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項 2 6】請求項 2 4 又は 2 5 の表示素子用基板において、

数式 7 に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数 7】

の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度を示す。)

また、 αg = 使用ガラスの線膨張係数、

αr = 樹脂からなる材料の線膨張係数、

$E g$ = ガラスの弾性率、

E_r = 樹脂からなる材料の弾性率、

h_g = ガラス板の合計厚み、

h_r = 樹脂からなる材料の厚み、である。]

【請求項27】請求項24又は25の表示素子用基板に

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{E_g \times h_g\} \geq 3.4 \times 10^{-4}$$

… (数式8)

【請求項28】請求項27の表示素子用基板において、前記ガラス板の板厚の合計が100 μ m以上であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項29】請求項27記載の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が140 μ m以上であることを特徴とする表示素子用基板。

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 3500 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots \text{ (数式9)}$$

【請求項31】請求項24又は25の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が140 μ m以下であり、

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.7 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots \text{ (数式10)}$$

【請求項32】請求項24又は25の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が100 μ m以下であり、

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 2500 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots \text{ (数式11)}$$

【請求項33】請求項24又は25の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が100 μ m以下であり、

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots \text{ (数式12)}$$

【請求項34】請求項26から33の何れか一項記載の表示素子用基板において、

前記樹脂材料層の硬化若しくは成型時の最高到達温度は該材料のガラス転移温度 (T_g) 以下であり、

ΔT は、前記樹脂材料層を構成する材料の硬化若しくは成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項35】請求項1から11の何れか一項記載の表

$$\begin{aligned} & | \{(\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{(E_r \times h_r) + (E_g \times h_g)\} | \\ & \geq 3.4 \times 10^{-4} \end{aligned} \quad \dots \text{ (数式13)}$$

【ここで、 ΔT は前記樹脂からなる材料の層のガラス転移温度 (T_g) から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度である。(尚、前記樹脂からなる材料の層の硬化若しくは成型時の最高到達温度が該材料のガラス転移温度 (T_g) 以下である場合は該硬化若しくは成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度を示す。)

また、 α_g = 使用ガラスの線膨張係数、

α_r = 樹脂からなる材料の線膨張係数、

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{E_g \times h_g\} \geq 3.4 \times 10^{-4}$$

… (数式14)

【請求項38】請求項37の表示素子用基板において、前記ガラス板の板厚の合計が100 μ m以上であること

において、

数式8に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数8】

【請求項30】請求項24又は25の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が140 μ m以下であり、

数式9に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数9】

数式10に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数10】

数式11に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数11】

数式12に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数12】

表示素子用基板において、

表示素子用基板の厚みは0.2mm以下であり、

前記ガラス板部に内在された圧縮歪みは、 3.4×10^{-4} 以上であることを特徴とする表示素子用基板。

【請求項36】請求項35の表示素子用基板において、数式13に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数13】

E_g = ガラスの弾性率、

E_r = 樹脂からなる材料の弾性率、

h_g = ガラス板の合計厚み、

h_r = 樹脂からなる材料の厚み、である。]

【請求項37】請求項35の表示素子用基板において、数式14に示された関係を満たすことを特徴とする表示素子用基板。

【数14】

を特徴とする表示素子用基板。

【請求項39】請求項35の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が100 μ m以下であり、
数式15に示された関係を満たすことを特徴とする表示

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 2500 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots (\text{数式15})$$

【請求項40】請求項35記載の表示素子用基板において、

前記ガラス板の板厚の合計が100 μ m以下であり、

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-4} \text{ m} \quad \dots (\text{数式16})$$

【請求項41】請求項35から40の何れか一項記載の表示素子用基板において、

前記樹脂材料層の硬化若しくは成型時の最高到達温度は10
該材料のガラス転移温度(T_g)以下であり、

ΔT は、前記樹脂材料層を構成する材料の硬化若しくは
成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度
を差し引いた温度であることを特徴とする表示素子用基
板。

【請求項42】請求項1から11の何れか一項記載の表
示素子用基板において、

前記ガラス板部に内在された圧縮歪みは、 5.0×10

$$\begin{aligned} & | \{ (\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} / \{ (E_r \times h_r) + (E_g \times h_g) \} | \\ & \geq 5.0 \times 10^{-4} \quad \dots (\text{数式17}) \end{aligned}$$

〔ここで、 ΔT は前記樹脂からなる材料の層のガラス転
移温度(T_g)から該表示素子用基板の使用温度を差し
引いた温度である。(尚、前記樹脂からなる材料の層の
硬化若しくは成型時の最高到達温度が該材料のガラス転
移温度(T_g)以下である場合は該硬化若しくは成型時
の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し
引いた温度を示す。)

また、 α_g =使用ガラスの線膨張係数、

α_r =樹脂からなる材料の線膨張係数、

E_g =ガラスの弾性率、

E_r =樹脂からなる材料の弾性率、

h_g =ガラス板の合計厚み、

h_r =樹脂からなる材料の厚み、である。]

【請求項45】請求項44の表示素子用基板において、
前記ガラス板の板厚の合計が100 μ m以上であることを
特徴とする表示素子用基板。

【請求項46】請求項44の表示素子用基板において、
前記ガラス板の板厚の合計が140 μ m以上であることを
特徴とする表示素子用基板。

【請求項47】請求項1から46の何れか一項記載の表
示素子用基板を少なくとも一枚用いて構成された表示素
子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表示素子、特に液
晶表示素子若しくは有機EL素子のパネル製造に用いる
表示素子用基板に関するものであり、更に詳しくは、従
来基板に比べ軽量で破損し難い表示素子用基板に関する
ものである。

【0002】

素子用基板。

【数15】

数式16に示された関係を満たすことを特徴とする表示
素子用基板。

【数16】

以上の大きさの圧縮歪みであることを特徴とする表
示素子用基板。

【請求項43】請求項42の表示素子用基板において、
表示素子用基板の厚みは0.3mm以下であることを特徴
とする表示素子用基板。

【請求項44】請求項42又は43の表示素子用基板に
おいて、

数式17に示された関係を満たすことを特徴とする表示
素子用基板。

【数17】

【従来の技術】コンピュータネットワークの急速な発展
とデジタル通信インフラの整備に伴い、情報ネットワ
ークを基盤とした先進的情報化社会が個人のレベルに及
び、それとともにネットワークに積極的に参画するユー
ザ数は著しく増大して、そのニーズも益々多様化、高度
化している。

【0003】その結果、従来から使用されたデスクトッ
プパソコンに対する情報処理能力の向上(データ表示能
力の向上も含む)要求に加え、携帯電話や携帯情報端末
を利用してより自由により手軽にあらゆる場所からネッ
トワークへ接続し情報へアクセスする要求が増大し、携
帯電話や携帯情報端末に対しては単にその機能を提供す
るだけのものから映像情報までを取込んだ様々なアプリ
ケーションを提供するプラットフォームへの進化が期待さ
れるに至っている。

【0004】このような状況の下、携帯情報端末等の携
帯情報機器には、ネットワーク接続のための通信機能や
データ処理能力の向上に加え、表示情報の視認性の良さ
や、小さくて軽く、操作性が良くて持ち運びが容易であ
るというような携帯情報機器としての根本的な性能に対
して一段の向上が求められている。

【0005】このとき、携帯情報機器において主要なデ
バイスであるフラットパネルディスプレイ、すなわち現
状では液晶表示素子(又は液晶ディスプレイ(LC
D))及び有機EL素子を主流とするフラットパネルデ
ィスプレイに対しても、対応する性能、具体的には、軽
量、薄型、明るくて見やすい高密度の表示(高精細表
示)の実現が強く求められることになる。

【0006】かかる高度且つ多様な要求に対し、LCD
50 を例として従来技術の対応状況を概観すると、薄型化、

軽量化の要求に対しては、第一に、使用するLCDパネル製造用基板を薄型化することで対応する検討がなされている。

【0007】LCD技術分野において通常使用される基板はガラス基板である。よって、このガラス基板を薄型化すること、すなわちより薄いガラスをLCDのパネル製造に用いることでLCDの薄型軽量化はある程度達成されるはずである。

【0008】しかし、ガラスは元来、落下や外部押圧等の衝撃に対し割れ易いという欠点を有しており、LCDの耐衝撃性並びに破損防止の観点から現状をはるかに超えるような薄型化は困難である。

【0009】液晶デバイスハンドブック(第4章4.2、218頁、日本学術振興会第142委員会編、1989年日刊工業新聞社発行)によれば、LCDパネル製造に使用されるガラス板の厚さとして通常使用される0.7mm厚以外に1.1mm、0.5mm、0.4mmが示されているが、0.4mm厚までガラス基板の厚みを薄くすると割れや欠けが生じやすくなりLCD製造工程での取り扱いが難しく、製造歩留まりを低下させる可能性がある。現状では、表示素子用ガラス基板の厚みについて、0.3mm程度の薄型化が限界と考えられている。

【0010】そこで、LCDの技術分野においては、第二の改善方法として、ガラス板に替わって樹脂フィルムを基板に用いる検討が、例えば特開平6-175143号公報に開示されるなど、多数なされている。

【0011】樹脂フィルムは可撓性を有して割れにくく、落下や外部押圧に対し高い耐性を有するためガラス板に比べ薄型化が可能となる。そして、ガラスの比重が2.3であるのに対し、樹脂フィルムは1.2~1.4であり、樹脂フィルムを基板に用いたLCDは、従来ガラス基板を用いたLCDに比べ、格段の軽量薄型化を可能とする技術とされている。

【0012】しかし、樹脂フィルムは一般に可視光の透過率がガラスに比べ低く、また更にガス透過性が高いことによりパネル内部の液晶中で発泡を生じる問題を引き起こすという欠点を有している。

【0013】従って、透過率とガスバリア性とがトレード・オフの関係を示し、十分なガスバリア性を基板に付与しようとする場合、ある程度基板を厚膜化する必要が生じ、その結果透過率の低下が顕著となって表示が暗くなり、LCDとしての表示品位はガラス基板を用いた従来LCDに比べ大きく劣ることになってしまう。

【0014】更に、樹脂フィルムはガラス板に比べ耐熱性の確保が困難であり、加熱により着色して透過率が低下したり、撓みや反りといった変形を生じることがある。

【0015】よって、樹脂フィルムによるLCDを製造しようとする場合、低温プロセスでの処理が必要となる。そしてその場合、液晶を配向させるための配向材や

液晶を挟持するよう一对の基板を貼り合わせるためのシール材などについても低温プロセスに対応可能な専用の部材が必要となり、必要な部材の開発には高度の技術が必要とされる。

【0016】そして、例えば電極材として、成膜温度条件が抵抗特性(導電性)を決めるITO(酸化インジウムスズ)を使用しようとする場合、工程上必要な高温条件での成膜が困難であるため低抵抗のITO電極膜を形成することはできない。

【0017】従って、樹脂フィルムを基板に用いたLCDにおいてはITO電極を微細パターニングすると電極の抵抗は高くなり、微細パターニングが必須となる高精細表示の実現は困難である。

【0018】そしてまた、表示品位を向上するためアクティブ駆動をLCDで採用しようとする場合、画素毎にTFT(薄膜トランジスタ)の形成が必要となるが、TFT製造プロセスに必要な処理温度条件に対し従来の樹脂フィルムは耐えることができない。よって、樹脂フィルム上にTFTを形成するのは困難であり、樹脂フィルムを用いたLCDにおいて高い表示品位を実現するアクティブ駆動の採用は困難である。

【0019】従って、樹脂フィルムを用いたLCDに対しガラス基板使用のLCD並みの高速で高精細な表示を望むことはできず、また動画表示への対応も期待できない。

【0020】そこで、LCDの技術分野においては、第三の改善方法として、一对のガラス板で樹脂フィルム挟み込んでガラス板と樹脂フィルムからなる積層基板を構成し、表示素子用に用いる方法が、特開平7-43696号公報、特開平7-49486号公報、特開平7-287218号公報に開示されている。

【0021】図1はLCDパネル製造用に提案された従来のガラス板と樹脂フィルムからなる3層積層基板の構造を示す横断面図である。一对のガラス板101、102で軟らかい樹脂層103の表面を被う構成の3層構造を有する。

【0022】この従来技術によれば、樹脂表面はガラスで保護されることになり、耐熱性は向上する可能性がある。しかし、例えば特開平7-43696号公報で開示された例において樹脂材にポリビニルブチラールを使用するなど、従来技術では樹脂材に比較的軟らかいものを用いており、積層されるガラス板に応力が発生しないように構成されている。

【0023】従って、基板総厚を薄くする目的で、構成するガラス板に100μm程度の極薄いものを使用した場合、基板が割れたときにガラスが飛散しない効果は望めるものの、後に説明するように、耐衝撃性能、即ちガラス部分を割れ難くする効果は十分とは言えない。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】以上より、フラットバ

ネルディスプレイ、すなわち現状ではLCD及び有機EL素子に対して望まれる性能を実現するためには、LCDの技術分野で検討されている従来の技術には何れも問題点があるか、または改善効果が十分とは言えないことが分かる。

【0025】従って、フラットパネルディスプレイ、特にLCD及び有機EL素子に対して望まれる性能、具体的には軽量、薄型、高密度の表示（高精細表示）を実現し、今後動画表示をも射程に入れた高性能化を図っていくためには、ガラス板と樹脂フィルムの特徴を併せ持つてそれぞれの欠点を十分に改善する新規なる技術の開発が必要となる。

【0026】具体的には、ガラスの持つ高耐熱性と、樹脂の持つ薄型軽量性とを満足するとともに、耐衝撃性もガラスに比べ顕著に向上させる技術の開発が必要となる。

【0027】以上より、本発明の課題は、表示素子用基板において、軽量化と薄型化、並びに高信頼化（高ガスバリア性）と高耐熱化、そして高い耐衝撃性も同時に満足することである。

【0028】また本発明の別の課題は、ガラス板と樹脂とを積層して構成された表示素子用基板において、ガラス板部分を割れ難くすること、すなわち耐衝撃性能において0.3mm厚のガラスと同等若しくはそれ以上にさせることである。

【0029】また本発明の別の課題は、軽量薄型で、耐衝撃性と表示品位に優れたLCD若しくは有機EL素子等の表示素子を提供することである。

【0030】

【課題を解決するための手段】本出願の一つの実施態様によれば、表示素子用基板は、対向する一対のガラス板と、この一対のガラス板間に挟持された樹脂材料層とを有する表示素子用基板で、ガラス板部は圧縮歪みを内在するよう構成されたというものである。

【0031】さらに、ガラス板部に内在された圧縮歪みは、挟持された樹脂材料層による圧縮歪みであるというものである。

【0032】さらに、樹脂材料層は、ポリウレタンを除く熱硬化性の樹脂であるというものである。

【0033】または、樹脂材料層は、エポキシ樹脂であるというものである。

【0034】さらに、樹脂材料層は、無機-有機ハイブリッド材料であるというものである。

【0035】さらに、樹脂材料層は、エポキシ-ケイ素系の無機-有機ハイブリッド材料であるというものである。

【0036】さらに、樹脂材料層は、エポキシ樹脂と有機ケイ素化合物を用いて合成されたエポキシ-ケイ素系の無機-有機ハイブリッド材料であるというものである。

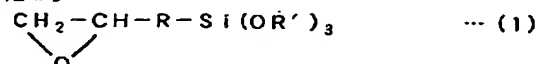
$$\{(\alpha g - \alpha r) \times \Delta T \times (E r \times h r)\} / \{(E r \times h r) + (E g \times h g)\}$$

る。

【0037】さらに、樹脂材料層は、化学式1で表されるエポキシ型有機ケイ素アルコキシドを用いて合成された無機-有機ハイブリッド材料であるというものである。

【0038】

【化1】

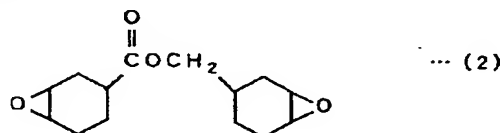


【0039】[上記化学式1において、R、R'は有機基である。]

さらに、樹脂材料層は、ビスフェノールA、ビスフェノールF、テトラプロモビスフェノールA、テトラフェニロールエタン、フェノールノボラック、若しくはオークレゾールノボラックを主原料とするフェノール系のグリシジルエーテル型エポキシ樹脂、ポリプロピレングリコール若しくは水添ビスフェノールAを主原料とするアルコール系のグリシジルエーテル型エポキシ樹脂、ヘキサヒドロ無水フタル酸若しくはダイマー酸を主原料とするグリシジレステル型エポキシ樹脂、ジアミノフェニルメタン、イソシアヌル酸若しくはヒダントインを主原料とするグリシジリアルミン型エポキシ樹脂、p-アミノフェノール若しくはp-オキシ安息香酸を主原料とする混合型のエポキシ樹脂、又は化学式2のエステルを主原料とするエポキシ樹脂の何れかを用いて合成された無機-有機ハイブリッド材料であるというものである。

【0040】

【化2】



【0041】さらに、樹脂材料層は、ケイ素成分の含有率が、ケイ素成分がすべてSiO₂となっていると仮定した場合に、0重量%より多く、30重量%より少ないというものである。

【0042】または、樹脂材料層は、ケイ素成分の含有率が、ケイ素成分がすべてSiO₂となっていると仮定した場合に、4重量%より多く、15重量%より少ないというものである。

【0043】さらに、ガラス板部に内在された圧縮歪みは、1.9×10⁻⁴以上であるというものである。

【0044】さらに、表示素子用基板の厚みは0.3mm以下であるというものである。

【0045】さらに、数式1に示された関係を満たすというものである。

【0046】

【数1】

13

$$\geq 1.9 \times 10^{-4}$$

〔ここで、 ΔT は前記樹脂からなる材料の層のガラス転移温度 (T_g) から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度である。(尚、前記樹脂からなる材料の層の硬化若しくは成型時の最高到達温度が該材料のガラス転移温度 (T_g) 以下である場合は該硬化若しくは成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度を示す。)

また、 α_g = 使用ガラスの線膨張係数、

α_r = 樹脂からなる材料の線膨張係数、

10

$$\{ \alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} / \{ E_g \times h_g \} \geq 1.9 \times 10^{-4}$$

… (数式 2)

さらに、この数式 2 を満たし、ガラス板の板厚の合計が $60 \mu m$ 以上であるというものである。

〔0048〕または、数式 2 を満たし、ガラス板の板厚の合計が $100 \mu m$ 以上であるというものである。

〔0049〕または、数式 2 を満たし、ガラス板の板厚

$$\{ \alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} \geq 2800 \text{ パスカル} \cdot \text{メートル} (Pa \cdot m)$$

… (数式 3)

さらには、数式 4 に示された関係を満たすというものである。

20

〔0052〕

〔数 4〕

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.4 \times 10^{-6} m$$

… (数式 4)

または、ガラス板の板厚の合計が $150 \mu m$ 以下であり、数式 5 に示された関係を満たすというものである。

〔0053〕

〔数 5〕

$$\{ \alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} \geq 2100 Pa \cdot m$$

… (数式 5)

または、前記ガラス板の板厚の合計が $100 \mu m$ 以下であり、数式 6 に示された関係を満たすというものである。

〔0054〕

〔数 6〕

$$\{ \alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} \geq 1400 Pa \cdot m$$

… (数式 6)

または、樹脂材料層の硬化若しくは成型時の最高到達温度は該材料のガラス転移温度 (T_g) 以下であり、 ΔT は、樹脂からなる材料の層を構成する材料の硬化若しくは成型時の最高到達温度から表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度であるというものである。

30

〔0056〕さらには、表示素子用基板の厚みは $0.3 mm$ 以下であるというものである。

〔0057〕さらには、数式 7 に示された関係を満たすというものである。

〔0058〕

〔数 7〕

$$| \{ (\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} / \{ (E_r \times h_r) + (E_g \times h_g) \} | \geq 3.4 \times 10^{-4}$$

… (数式 7)

〔ここで、 ΔT は前記樹脂からなる材料の層のガラス転移温度 (T_g) から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度である。(尚、前記樹脂からなる材料の層の硬化若しくは成型時の最高到達温度が該材料のガラス転移温度 (T_g) 以下である場合は該硬化若しくは成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度を示す。)

また、 α_g = 使用ガラスの線膨張係数、

α_r = 樹脂からなる材料の線膨張係数、

40

 E_g = ガラスの弾性率、 E_r = 樹脂からなる材料の弾性率、 h_g = ガラス板の合計厚み、 h_r = 樹脂からなる材料の厚み、である。]

または、数式 8 に示された関係を満たすというものである。

〔0059〕

〔数 8〕

$$\{ \alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} / \{ E_g \times h_g \} \geq 3.4 \times 10^{-4}$$

… (数式 8)

さらには、ガラス板の板厚の合計が $100 \mu m$ 以上であ

50

るというものである。

15

16

【0060】または、ガラス板の板厚の合計が140 μ m以上であるというものである。

のである。

【0062】

【0061】または、ガラス板の板厚の合計が140 μ m以下であり、数式9に示された関係を満たすというも

【数9】

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 3500 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots (\text{数式 9})$$

または、ガラス板の板厚の合計が140 μ m以下であり、数式10に示された関係を満たすというものである。

【0063】

【数10】

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.7 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots (\text{数式 10})$$

または、ガラス板の板厚の合計が100 μ m以下であり、数式11に示された関係を満たすというものである。

10 【0064】

【数11】

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 2500 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots (\text{数式 11})$$

または、ガラス板の板厚の合計が100 μ m以下であり、数式12に示された関係を満たすというものである。

【0065】

【数12】

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots (\text{数式 12})$$

さらには、樹脂材料層の硬化若しくは成型時の最高到達温度は材料のガラス転移温度 (T_g) 以下であり、 ΔT は、樹脂からなる材料の層を構成する材料の硬化若しくは成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度であるというものである。

以下であり、ガラス板部に内在された圧縮歪みは、3.4 $\times 10^{-4}$ 以上であるというものである。

20 【0067】さらには、数式13に示された関係を満たすというものである。

【0068】

【0066】または、表示素子用基板の厚みは0.2mm

【数13】

$$\{(\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{(E_r \times h_r) + (E_g \times h_g)\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \quad \dots (\text{数式 13})$$

〔ここで、 ΔT は前記樹脂からなる材料の層のガラス転移温度 (T_g) から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度である。(尚、前記樹脂からなる材料の層の硬化若しくは成型時の最高到達温度が該材料のガラス転移温度 (T_g) 以下である場合は該硬化若しくは成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度を示す。)

α_r = 樹脂からなる材料の線膨張係数、

E_g = ガラスの弾性率、

E_r = 樹脂からなる材料の弾性率、

h_g = ガラス板の合計厚み、

30 h_r = 樹脂からなる材料の厚み、である。〕または、数式14に示された関係を満たすというものである。

【0069】

【数14】

また、 α_g = 使用ガラスの線膨張係数、

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{E_g \times h_g\} \geq 3.4 \times 10^{-4}$$

… (数式 14)

さらには、ガラス板の板厚の合計が100 μ m以上であるというものである。

ものである。

【0071】

【0070】または、ガラス板の板厚の合計が100 μ m以下であり、数式15に示された関係を満たすという

【数15】

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 2500 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots (\text{数式 15})$$

または、ガラス板の板厚の合計が100 μ m以下であり、数式16に示された関係を満たすというものである。

【0072】

【数16】

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots (\text{数式 16})$$

さらには、樹脂材料層の硬化若しくは成型時の最高到達温度は材料のガラス転移温度 (T_g) 以下であり、 ΔT は、樹脂からなる材料の層を構成する材料の硬化若しくは成型時の最高到達温度から表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度であるというものである。

は、5.0 $\times 10^{-4}$ 以上の大きさの圧縮歪みであるというものである。

【0074】さらには、表示素子用基板の厚みは0.3mm以下であるというものである。

【0075】さらには、数式17に示された関係を満たすというものである。

【0073】または、ガラス板部に内在された圧縮歪み

50

【0076】

$$\left| \{(\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{(E_r \times h_r) + (E_g \times h_g)\} \right| \geq 5.0 \times 10^{-4}$$

【ここで、 ΔT は前記樹脂からなる材料の層のガラス転移温度 (T_g) から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度である。(尚、前記樹脂からなる材料の層の硬化若しくは成型時の最高到達温度が該材料のガラス転移温度 (T_g) 以下である場合は該硬化若しくは成型時の最高到達温度から該表示素子用基板の使用温度を差し引いた温度を示す。)

また、 α_g = 使用ガラスの線膨張係数、

α_r = 樹脂からなる材料の線膨張係数、

E_g = ガラスの弾性率、

E_r = 樹脂からなる材料の弾性率、

h_g = ガラス板の合計厚み、

h_r = 樹脂からなる材料の厚み、である。]

さらには、ガラス板の板厚の合計が $100 \mu\text{m}$ 以上であるというものである。

【0077】または、ガラス板の板厚の合計が $140 \mu\text{m}$ 以上であるというものである。

【0078】本出願の別の実施態様によれば、上述したこれらの表示素子用基板を少なくとも一枚用いて表示素子を構成するというものである。

【0079】

【発明の実施の形態】次に、図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

【0080】図2は、本発明にかかる第一の実施形態である表示素子用基板の構造を示す横断面図である。

【0081】図2に示すように、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板1は、対向する一对のガラス板2、3と、該一对のガラス板2、3の間に挟持された、樹脂からなる材料の層4とからなる表示素子用基板1であって、ガラス板2、3の部分は圧縮歪みを内在するよ

$$\Delta \varepsilon = (\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T$$

【ここで、 α_g はガラスの線膨張係数、 α_r は樹脂の線膨張係数。]

このとき、温度変化幅 (ΔT) の考え方であるが、一般的な樹脂材の場合、{ガラス転移温度 (T_g)} - {製品温度 (若しくは製品使用温度、製品評価温度)} となる。これは、ガラス転移温度を超えると線膨張係数は3〜4倍になるが、縦弾性係数は約 $1/100$ 以下となり、 T_g 以上の温度領域で温度変化により発生する歪みに伴う応力はとても小さく、問題とならないためである。

【0088】また、温度変化の上限が T_g 以下である場合は、その上限温度 (すなわち樹脂が硬化する温度若しくは基板製造時の最高到達温度) と製品温度との差が ΔT となる。

【0089】次に、ガラス板と樹脂フィルムが互いに接着している場合について考察する。図4は、ガラス板と

【数17】

… (数式17)

う構成されている。

【0082】そして、ガラス板2、3の部分に内在された圧縮歪みは、前記挟持された樹脂からなる材料の層4によってガラス板部分2、3に付与された圧縮歪みである。

【0083】ガラス板は衝撃が加えられた場合、内部に生じる応力が一定以上となることにより割れを生じて破壊されるが、一般に圧縮歪みによる応力に比べ、引っ張り歪みによる応力に対して耐性が低く、引っ張り変形 (歪み) に対して割れを生じ易い。つまり、衝撃が加えられたときに発生する割れ等の破壊は主に引っ張り歪みが生じることによって発生する。

【0084】従って、予めガラス板に比較的耐性のある圧縮歪みが内在されていれば、衝撃が加わってガラス板に引っ張り歪みが発生しても、このもとと内在されていた圧縮歪みの分だけ引っ張り歪みは緩和され、ガラスの破壊を生じ難くすることができる。

【0085】図面を用いて、詳細にガラス板の耐衝撃性能の向上機構について説明する。図3はガラス板と樹脂フィルムの温度変化に伴う自由伸縮を説明する図である。

【0086】図3に示すように、一对のガラス板11、12に樹脂からなる材料の層13を挟み込んで、各材料間の接着等の相互作用が無い場合、温度の変化に伴い各部材は自由伸縮をする。通常は線膨張係数の大きな樹脂フィルムのほうがガラス板に比べ大きく縮むことになる。そして、高温から低温への温度変化 ΔT に伴う自由伸縮時の歪差 ($\Delta \varepsilon$) は数式18で示される。

【0087】

【数18】

… (数式18)

樹脂フィルムが互いに接着しているときに高温から低温への温度変化 ΔT に伴って各部材に発生する歪みを説明する図である。

【0090】図4に示すように、ガラス板16、17は樹脂フィルム18に比べ温度変化による縮みが小さいため、ガラス板16、17と樹脂フィルム18が互いに接着されて一体化された積層体15を形成することによりガラス板16、17部分には樹脂フィルム18に起因する圧縮歪みが発生し、樹脂フィルム18には逆にガラス板16、17に起因する引っ張り歪みが発生する。

【0091】そしてこのとき、ガラス板16、17部分に生じる歪み (ε_g) と樹脂フィルム18に生じる歪み (ε_r) の比は式XIXに示すように、各材料の引っ張り剛性の比の逆数となる。

【0092】

【数19】

19

$$\varepsilon_g / \varepsilon_r = (E_r \times h_r) / (E_g \times h_g) \quad \cdots \text{【数式 19】}$$

【ここで、 E_g はガラスの縦弾性係数、 E_r は樹脂系材料の縦弾性係数、 h_g はガラス 2 枚の厚さ合計、 h_r は樹脂系材料の厚さ。】これより、各材料を接着したとき

$$\varepsilon_g = \{ (\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} / \{ (E_r \times h_r) + (E_g \times h_g) \} \quad \cdots \text{【数式 20】}$$

【0094】

【数 21】

$$\varepsilon_r = - \{ (\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_g \times h_g) \} / \{ (E_r \times h_r) + (E_g \times h_g) \} \quad \cdots \text{【数式 21】}$$

よって、各材料を接着したときにガラス板 16、17 に生じる応力 (σ_g) 及び樹脂フィルム 18 に生じる応力 (σ_r) は次式で表される。

$$\sigma_g = \varepsilon_g \times E_g \quad \cdots \text{【数式 22】}$$

【0096】

【数 23】

$$\sigma_r = \varepsilon_r \times E_r \quad \cdots \text{【数式 23】}$$

図 5 は積層体全体の中立軸に対する曲げ変形に伴う歪みを説明する図である。図 5 に示されるように、積層体 15 が曲率半径 R に曲げられたとき (図 5 中、符号 20 の矢印は曲げモーメントを表す)、積層体 15 全体の中立

$$\sigma_H = E \times H / R$$

【ここで、 E は中立軸 19 から H の位置の積層体構成材料の縦弾性係数。】そして、ガラスが破壊される大きさの応力を σ_b とすると、数式 25 を満たす場合に単体の

$$\sigma_b \leq \sigma_H$$

積層体 15 を構成し、樹脂系材料接着によってガラスに圧縮応力 σ_g が内在する場合、式 XXVI を満たすことによってガラスは破壊される。

$$\sigma_b \leq \sigma_H + \sigma_g$$

すなわち、積層体 15 においては、ガラス板 17 に内在された圧縮応力 σ_g の分だけガラス板 17 では破壊が生じ難くなる。

【0100】なお、 σ_b はガラス材に共通する値であり、ガラス材の形状、特に厚みには依存しない。そして、薄いガラス板では曲げに対して高い耐性を有するものの、割れやすいという特徴も併せ持つが、これはガラスの曲がりやすさが、厚みの 3 乗に反比例して増大するためであり、衝撃を受けた場合、薄板ガラスでは曲がり易さの性能を超えるような、大きな局所変形が生じるため、結果的に割れてしまうことになる。

【0101】表示素子用基板の薄さに対する要求としては、軽量性の観点からは通常使用されるガラス板 0.7 mm 厚を少しでも薄くすることであるが、一対の基板で液晶や有機 EL 材等の材料を挟持し、基板の該材料とは反対側に反射板を配置する反射型表示素子の構成においては、基板の厚みに依存して不可避免的に生じる視差の問題の低減要求も大きい。

【0102】この場合、表示素子用基板の厚みを 0.3 mm 以下となるように構成することにより、これを用いた該構成の反射型表示素子においては、0.7 mm 程度の厚みを有するガラス板を基板に使用する従来例に比べ明ら

20

に生じる歪 (ε_g , ε_r) は次式で表される。

【0093】

【数 20】

【0095】

【数 22】

【数 23】

軸 19 から H の位置に生じる応力を σ_H とすると、 σ_H は次式で表される。

【0097】

【数 24】

…【数式 24】

ガラスには破壊が生じる。

【0098】

【数 25】

…【数式 25】

【0099】

【数 26】

…【数式 26】

かに視差を低減でき、且つ反射型表示素子として許容できる程度まで視差の問題を低減できる。

【0103】そして、表示素子用基板の厚みを 0.2 mm 以下となるように構成することにより、上記視差の問題は実質的に解消可能であり、構成としてより好ましい。

【0104】よって、表示素子用基板の厚みを 0.3 mm 以下、望ましくは 0.2 mm 以下とすることにより、従来の反射型表示素子に比べ表示品位の格段に向上された反射型の表示素子の提供が可能となる。

【0105】従って、表示素子用基板としてのガラス板の薄さの限界とされる厚み 0.3 mm で軽量性が確保でき、0.3 mm 厚のガラス板並みの割れ難さ、耐衝撃性を確保することが求められるが、そのためには、より薄い一対のガラス板で樹脂からなる材料の層を挟持するに際し、樹脂からなる材料の層からガラス板部分に対し適当な圧縮歪み (ε_g) が加わるよう基板を製造する必要がある。

【0106】そして、その圧縮歪みの効果程度は、高弾性率のガラスが低弾性率の樹脂からなる材料に置き換えられることにより曲げ変形が生じやすくなる効果 (弾性率の差に相関) を上回る大きさとなる必要がある。

【0107】以上の考察に従えば、 σ_g を大きくするこ

30

40

50

と、すなわち、より大きな圧縮歪みを、樹脂からなる材料の層を挟持する一対のガラス板に発生させるように部材を選択し、構成することが一対のガラス板と樹脂からなる材料の層とからなる表示素子用基板の耐衝撃性向上において望ましい。

【0108】そして、表示素子用基板として求められる軽量性及び薄型であることを同時に満足しようとすれば、薄さの確保には望ましいが割れやすい極薄ガラス板を使用し、その割れやすさを補って十分な耐衝撃性能を確保することができるよう、ガラス板部分に内在される圧縮歪みを最適化する必要がある。

【0109】そして、その実現のためには、例えば挟持される樹脂からなる材料の層を硬くする必要があるなど、表示素子用基板総厚、使用ガラス板厚、樹脂からなる材料の層の厚さ、樹脂からなる材料の特性(Tg、線膨張係数、弾性率等の材料特性)及び基板を製造する際の条件に最適な関係があることが考えられる。

【0110】そこで、本発明にかかる実施形態として、対向する一対のガラス板と、該一対のガラス板間に挟持された、樹脂からなる材料の層とからなる3層積層型の表示素子用基板であって、表示素子用基板総厚、使用ガラス板厚、樹脂からなる材料の層の厚さ等、構成要件を変えた表示素子用基板を多数製造した。

【0111】そして、軽量薄型性を確保しながら例えば0.3mm厚や0.5mm厚のガラス板以上の耐衝撃性能を満足する条件(表示素子用基板総厚、使用ガラス板厚、樹脂からなる材料の層の厚さ等)を明らかにした。

【0112】更に、表示素子用基板として求められる軽量性及び薄型であること並びに耐衝撃性能を同時に満足するのに必要な、積層型の表示素子用基板のガラス板部分に内在する圧縮歪み(応力)の見積りを行った。

【0113】具体的な製造方法・条件は後の実施例の欄に記載したが、一対のガラス板で挟持する樹脂からなる材料の層としてエポキシ樹脂からなる無機-有機ハイブリッド材料を使用した。

【0114】エポキシ樹脂からなる無機-有機ハイブリッド材料は後に説明するように熱硬化性のエポキシ樹脂からなる熱硬化性の硬い材料であり、未硬化の原料を一対のガラス基板に挟持して熱硬化/成型し、その後使用温度まで冷却されたときに、その高い弾性率と線膨張係数に由来する大きな応力を挟持するガラス板に与えることができる。

【0115】そして、熱硬化性であるがゆえに、その後加熱されてもハイブリッド材料に起因する、内在された応力は緩和されず、安定的に高い耐衝撃性能を有する表示素子用基板を提供できる。

【0116】すなわち、一対のガラス板で挟持する樹脂からなる材料の層としては熱硬化性の材料が好ましい。このとき、例えば熱硬化性の樹脂材料であっても、ポリウレタンのように軟らかい材料の使用は、形成される圧縮

応力が小さいため好ましくない。

【0117】その他、条件として使用ガラス板厚、樹脂からなる材料の層の厚さなどを種々変化させて基板総厚の異なる表示素子用基板を多数製造し、ガラス板部分に内在する圧縮歪み(応力)の大きさと耐衝撃性能の関係を評価した。

【0118】図6は、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板の落球試験の方法を説明する図である。

【0119】評価方法は静置されたサンプル基板21上に金属球22を落下させることにより、サンプル基板21内部での割れの発生の有無を評価する落球試験に拠ったが、詳細については基板作成方法等とともに、後の実施例の欄で説明する。

【0120】図7は、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板の落球試験の結果をまとめた表である。

【0121】表中、リファレンスとしてガラス板単体の試験結果をサンプル基板の試験結果とともに示した。このとき、サンプル基板に関する表記についてであるが、ガラスの総厚(二枚のガラス厚合計)は、ほぼ同じ厚みの一対のガラス板を用いているため「ガラス厚み」欄の数値を二倍することにより算出でき、一対のガラス板に挟持された樹脂からなる材料の層の厚みは「基板総厚」から算出された「ガラスの総厚」を差し引くことにより求めることができる。

【0122】図7の表に示されるように、0.2mm厚までのガラス板は耐衝撃性能が低く、10cmの高さからの金属球22の落下で基板は割れてしまう。0.3mm厚のガラス板では、10cmの高さからの金属球の落下には耐えることができるが、15cmの落下高さでは割れてしまう。0.5mm厚では、20cm落下高さで落下部位の表面に傷が発生するものの割れず、落下高さ25cmで割れが発生した。

【0123】本発明にかかる実施形態である積層型の表示素子用基板1においては、ガラス板2、3の各々の厚さ100 μ m(二枚の合計厚は200 μ m)及びハイブリッド材料層4の厚さ100 μ mの基板構成(基板総厚300 μ m。以下、ガラス/HB材/ガラス=100/100/100の構成と記する)において0.3mmガラスと同等の耐衝撃性能を示している。

【0124】すなわち、100 μ m厚の熱硬化のハイブリッド材料(以下、HB材と記する)が、200 μ m(100 μ m \times 2枚)厚のガラス板内部に発生させる応力の効果は、結果として、より薄いガラス板により構成された本発明の表示素子用基板の耐衝撃性能を同じ厚みのガラス板並のレベルまで引き上げていることになる。

【0125】更に図7の評価結果を参照すると、同等のHB材部分の厚みを有するガラス/HB材/ガラス=50/90/50の構成(基板総厚190 μ m)においては、落下高さ30cmでも顕著な割れは発生せず、耐衝撃性能が著しく向上している。

【0126】従って、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板においては、耐衝撃性能に関して、高弾性のガラス板部分が薄くなる効果に比べ、ガラス板部分がHB材から受ける応力の増大効果による影響のほうが大きいことがわかる。

【0127】従って、100 μ m厚程度の熱硬化HB材を挟持する場合、各ガラス板厚を100 μ m以下にすれば0.3mm厚のガラス板と同程度若しくはそれ以上の耐衝撃性能が得られる。

【0128】また、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板のガラス板総厚を200 μ m以下とし、HB

$$\Delta T = (\text{HB材の硬化温度} = 160^{\circ}\text{C}) - (\text{耐衝撃性評価温度} = 20^{\circ}\text{C}) \\ = 140^{\circ}\text{C} (= 140\text{K})$$

α_g (使用ガラスの線膨張係数) = $5.1 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$

α_r (HB材料の線膨張係数) = $88 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$

E_g (ガラスの弾性率) = 72.5 GPa (ギガパスカル)

E_r (HB材の弾性率) = 2.4 GPa

ガラスの厚み総計 = 200 μ m (100 μ m \times 上下2

$$|\epsilon_g| = | \{ (5.1 \times 10^{-6} \text{K} \times 88 \times 10^{-6} \text{K}) \times 140 \text{K} \\ \times 2.4 \text{GPa} \times 100 \mu\text{m} \} / \{ (2.4 \text{GPa} \times 100 \mu\text{m}) \\ + (72.5 \text{GPa} \times 200 \mu\text{m}) \} | = 1.9 \times 10^{-4}$$

よって、ガラス/HB材/ガラス = 100/100/100の構成の表示素子用基板においては、 1.9×10^{-4} の圧縮歪みがガラス板部に生じている。

【0134】従って、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板において0.3mm厚のガラス板の耐衝撃性を得るためには、 1.9×10^{-4} 以上の圧縮歪みが200 μ m以下の厚さのガラス板に生じるように、ガラス厚 30

$$\sigma_g = 1.9 \times 10^{-4} \times 72.5 \text{GPa} = 13.8 \text{MPa} \text{ (メガパスカル)}$$

… (数式 27)

すなわち13.8MPaの圧縮応力が総厚200 μ mのガラス板に加わることになる。

【0137】上記圧縮歪み(応力)がガラスに生じているところに衝撃を加えたとしても、衝撃によって生じる変形によって発生する引っ張り歪み(応力)はこの内在している圧縮歪み(応力)により一部緩和される。従って、圧縮歪み(応力)の無い基板に比べより大きな変形、衝撃を耐えることができるようになる。

【0138】ここで、ガラスの線膨張係数は樹脂の持つ線膨張係数に比べて小さく、通常10分の1以下である($\alpha_g < \alpha_r$)。また樹脂系の材料の弾性率はガラスの弾性率に比べ30分の1から40分の1であり、基板総

$$|\epsilon_g| = | \{ \alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r) \} / \{ E_g \times h_g \} |$$

… (数式 29)

そして、数式29を用い、上記物性値を用いて ϵ_g を算出すると、 $\epsilon_g = 1.9 \times 10^{-4}$ となり、数20を用いて算出した値と実質的に等しいことがわかる。

【0141】従って、ガラスの総厚が200 μ m以下且 50

材を100 μ m以上とするならば、0.4mm、0.5mmなど総厚0.3mm以上となる場合もあるものの、0.3mm厚のガラス板以上の耐衝撃性能が得られることになる。

【0129】そこで、100 μ m厚の熱硬化HB材が200 μ m厚のガラス板部分に与える応力を上記の数式20、数式22を用いて見積ることにする。

【0130】まず、数式20より100 μ m厚の熱硬化HB材により200 μ m厚のガラス板部分に生じる歪み ϵ_g を算出する。

【0131】算出に必要な物性値は以下の通りである。

【0132】

枚)

HB材の厚み = 100 μ m

従って、 ϵ_g は以下のように算出できる。

【0133】

【数27】

や樹脂からなる材料の層の種類や厚みを選択し、表示素子用基板を構成すれば良いことがわかる。

【0135】このとき、ガラスに生じる圧縮応力 σ_g は、数式22より以下のように算出することができる。

【0136】

【数28】

厚が300 μ mの場合、極薄ガラス板の取扱いの困難さを考慮するとすれば薄さの範囲にも限度があり(使用するガラス1枚につき25 μ m程度の下限を想定。)、樹脂からなる材料の層とガラスの厚みの比(h_r/h_g)は最大でも5倍程度($h_r/h_g < 5$)と想定できる。

【0139】以上を考慮すると、数式20を本発明にかかる実施形態である積層型の表示素子用基板に適用しようとする場合、数式29のように簡略化することが可能となる。

【0140】

【数29】

つ基板総厚0.3mm以下で、0.3mm厚のガラス板と同程度若しくはそれ以上の耐衝撃性を満足するには、数式2を満たせばよい。

【0142】

【数30】

$$\{\alpha r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{E_g \times h_g\} \geq 1.9 \times 10^{-4}$$

… (数式2)

このとき、ガラス板を使用して樹脂からなる材料の層を挟持して表示素子用基板を製造することを考慮すると、ガラス板は製造工程で容易に取り替える程度の剛性と割れ難さが必要となる。そのような要求を満足するガラス板の厚みは、大よそ30 μ m以上であり、ガラス板厚の合計は60 μ m以上が望ましい。

【0143】そして、実際に表示素子用基板の製造に使用した経験から、比較的容易に取り扱えるようにするには、一枚のガラス板の厚みは50 μ m以上であり、ガラス板厚の合計は100 μ m以上がより望ましい。

$$\{\alpha r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 1.9 \times 10^{-4} \times 200 \mu\text{m} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 2800 \text{ Pa} \cdot \text{m}$$

… (数式3)

実際の製造工程を考慮すると、樹脂系材料のT_gを超える温度条件にて製造工程中で加熱が行われる場合には、 ΔT は製造工程中の加熱温度ではなく樹脂のT_gから評価温度若しくは使用時温度を引いた温度が上限の値となる。そこで樹脂からなる材料の特性としては、T_g

【0144】更に、工程上、容易に取り扱えるようにするには、一枚のガラス板の厚みは70 μ m以上であり、ガラス板厚の合計は140 μ m以上がより望ましい。

【0145】また、式IIに従って考察すると、ガラスの厚みを200 μ m以下とし、ガラスの圧縮歪みを 1.9×10^{-4} 以上にするためには、数式3を満たせばよい。

【0146】

【数31】

$$\{\alpha r \times (T_g - 20) \times E_r \times h_r\} \geq 2800 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots \text{(数式30)}$$

ここで、樹脂の弾性率E_rは概ね1GPa以上であり、実際には2GPa以上の値を有する樹脂系の材料を使用することを前提とすれば、数式3及び数式30は数式4

$$(\alpha r \times \Delta T \times h_r) \geq 2800 \text{ Pa} \cdot \text{m} / 2 \text{ GPa} \geq 1.4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

… (数式4)

【0149】

【数34】

$$(\alpha r \times (T_g - 20) \times h_r) \geq 2800 \text{ Pa} \cdot \text{m} / 2 \text{ GPa} \geq 1.4 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots \text{(数式31)}$$

次に、数式2に従って考察すると、軽量性を十分に確保してガラスの厚みを150 μ m以下とし、ガラスの歪みを $1.9 \times 10^{-4} \geq$ 以上として同時に耐衝撃性能も確保するためには、数式5を満たせばよい。

【0150】このようなガラス板の薄型化検討をすることにより、表示素子用基板製造のためのガラスの取り扱い

$$\{\alpha r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 1.9 \times 10^{-4} \times 150 \mu\text{m} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 2100 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots \text{(数式5)}$$

そして、上記と同様に、数式35を満たすことが必要となる。

【0152】

【数36】

$$\{\alpha r \times (T_g - 20) \times E_r \times h_r\} \geq 2100 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots \text{(数式32)}$$

次に、数式2に従って考察すると、軽量性を更に十分に確保してガラスの厚みを100 μ m以下とし、ガラスの歪みを 1.9×10^{-4} 以上にするためには、数式6を満た

たせばよい。

【0153】

【数37】

$$\{\alpha r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 1.9 \times 10^{-4} \times 100 \mu\text{m} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 1400 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots \text{(数式6)}$$

そして、上記と同様に、数式33を満たすことが必要となる。

【0154】

【数38】

$$\{\alpha r \times (T_g - 20) \times E_r \times h_r\} \geq 1400 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots \text{(数式33)}$$

次に、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板において基板総厚0.3mm以下で、0.5mm厚のガラス板

と同等若しくはそれ以上の耐衝撃性を得る構成について考察する。

【0155】図7の評価結果より、90 μ m厚の熱硬化のHB材を上下ガラス板で挟持する場合、ガラス板総厚を100 μ mにすれば0.5mm厚のガラス以上の耐衝撃性能が得られる。

【0156】また、140 μ m厚の熱硬化のHB材を上下ガラス板で挟持する場合、ガラス板総厚を140 μ mにしても、0.5mm厚のガラス板以上の耐衝撃性能を示すとともに、90 μ m厚の熱硬化のHB材料を上下50 μ m厚のガラス板で挟持する表示素子用基板より高い耐衝撃性能が得られている。

【0157】よって、まず90 μ m厚の熱硬化HB樹脂が総厚100 μ mのガラス板部に与える応力を数式2

$$\{\alpha r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{(E_r \times h_r) + (E_g \times h_g)\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \quad \dots (数式7)$$

【0161】

【数40】

$$\{\alpha r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{E_g \times h_g\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \quad \dots (数式8)$$

このとき、ガラス板を使用して樹脂からなる材料の層を挟持して表示素子用基板を製造することを考慮すると、ガラス板は製造工程で容易に取り替える程度の剛性と割れ難さが必要となる。そのような要求を満足するガラス板の厚みは、大よそ30 μ m以上であり、ガラス板厚の合計は60 μ m以上が望ましい。

【0162】そして、実際に表示素子用基板の製造に使用した経験から、比較的容易に取り扱えるようにするには、一枚のガラス板の厚みは50 μ m以上であり、ガラス板厚の合計は100 μ m以上がより望ましい。

【0163】更に、工程上、容易に取り扱えるようにするには、一枚のガラス板の厚みは70 μ m以上であり、

$$\{\alpha r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \times 140 \mu m \times 72.5 GPa \geq 3500 Pa \cdot m \quad \dots (数式9)$$

数式9と実際の製造工程を考慮すると ΔT は樹脂の T_g から評価温度又は使用温度を引いた温度が上限となる。そこで樹脂の特性としては、($T_g - 20$)値が重要と

$$\{\alpha r \times (T_g - 20) \times E_r \times h_r\} \geq 3500 Pa \cdot m \quad \dots (数式34)$$

ここで、樹脂系材料の弾性率 E_r は概ね1GPa以上であり、実際には2GPa以上の値を有する樹脂系材料を使用することを前提とすれば、数式9及び数式34は数

$$(\alpha r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.7 \times 10^{-6} m \quad \dots (数式10)$$

【0169】

40 【数44】

$$(\alpha r \times (T_g - 20) \times h_r) \geq 1.7 \times 10^{-6} m \quad \dots (数式35)$$

次に、数式8に従って考察すると、軽量性を更に十分に確保してガラスの厚みを100 μ m以下とし、ガラスの歪みを 3.7×10^{-4} より大きくするためには、数式1

$$\{\alpha r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \times 100 \mu m \times 72.5 GPa \geq 2500 Pa \cdot m \quad \dots (数式11)$$

数式11と実際の製造工程を考慮すると ΔT は樹脂系材料の T_g から評価温度又は使用温度を引いた温度が上限となる。そこで樹脂の特性としては、($T_g - 20$)値

$$\{\alpha r \times (T_g - 20) \times E_r \times h_r\} \geq 2500 Pa \cdot m \quad \dots (数式36)$$

0、数式22から算出する。

【0158】初めに、数式20よりガラス板部分に生じる歪み ε_g を算出すると、 $|\varepsilon_g| = 3.4 \times 10^{-4}$ となる。

【0159】次に、ガラスの応力 σ_g は、 $\sigma_g = 3.4 \times 10^{-4} \times 72.5 GPa = 240 MPa$ となる。よって、基板総厚0.3mm以下で、0.5mm厚のガラス板以上の耐衝撃性を満足するには、数式7若しくは数式8を満たせばよい。

10 【0160】

【数39】

ガラス板厚の合計は140 μ m以上がより望ましい。

【0164】また、数式8に従って考察すると、軽量性を十分に確保してガラスの厚みを140 μ m以下とし、ガラスの歪みを 3.4×10^{-4} 以上として同時に耐衝撃性能も確保するためには、数式9を満たせばよい。

【0165】このようなガラス板の薄型化検討をすることにより、表示素子用基板製造のためのガラスの取り扱いや使用の困難さは増すことになるが、樹脂に比較的軟らかいものも採用することが可能となり、樹脂材選択の範囲を広げることが可能となる。

【0166】

【数41】

なり、数式34を満たす必要がある。

【0167】

【数42】

式10及び数式35のように直せる。

【0168】

【数43】

1を満たせばよい。

【0170】

【数45】

が重要となり、数式45を満たす必要がある。

【0171】

【数46】

29

ここで、樹脂系材料の弾性率 E_r は概ね 1 GPa 以上であり、実際には 2 GPa 以上の値を有する樹脂系材料を使用することを前提とすれば、数式 11 及び数式 36

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m}$$

【0173】

$$(\alpha_r \times (T_g - 20) \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots (\text{数式 37})$$

このとき、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板において、基板の総厚を 0.2 mm 以下とし、更に十分な薄型性と表示における視差低減効果を実現しつつ、0.5 mm 厚のガラス板と同等若しくはそれ以上の耐衝撃

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{(E_r \times h_r) + (E_g \times h_g)\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \quad \dots (\text{数式 13})$$

【0175】

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{E_g \times h_g\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \quad \dots (\text{数式 14})$$

このとき、ガラス板を使用し、樹脂からなる材料の層を挟持して表示素子用基板を製造することを考慮すると、ガラス板は製造工程で容易に取り替える程度の剛性と割れ難さが必要となる。そのような要求を満足するガラス板の厚みは、大よそ 30 μm 以上であり、ガラス板厚の合計は 60 μm 以上が望ましい。

【0176】そして、実際に表示素子用基板の製造に使用した経験から、比較的容易に取り扱えるようにするには、一枚のガラス板の厚みは 50 μm 以上であり、ガラス板厚の合計は 100 μm 以上がより望ましい。

【0177】更に、工程上、容易に取り扱えるようにするには、一枚のガラス板の厚みは 70 μm 以上であり、ガラス板厚の合計は 140 μm 以上がより望ましい。

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \times 100 \mu\text{m} \times 72.5 \text{ GPa} \geq 2500 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots (\text{数式 15})$$

数式 15 と実際の製造工程を考慮すると ΔT は樹脂の T_g から評価温度又は使用温度を引いた温度が上限となる。そこで樹脂の特性としては、 $(T_g - 20)$ 値が重

$$\{\alpha_r \times (T_g - 20) \times E_r \times h_r\} \geq 2500 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots (\text{数式 38})$$

ここで、樹脂系材料の弾性率 E_r は概ね 1 GPa 以上であり、実際には 2 GPa 以上の値を有する樹脂系材料を使用することを前提とすれば、数式 15 及び数式 38 は

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots (\text{数式 16})$$

【0183】

$$(\alpha_r \times (T_g - 20) \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots (\text{数式 39})$$

次に、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板において基板総厚 0.3 mm 以下で、0.5 mm 厚のガラス板を超える耐衝撃性を得る構成について考察する。

【0184】図 7 の評価結果より、140 μm 厚の熱硬化の HB 材を上下ガラス板で挟持する場合、ガラス板総厚を 140 μm にすれば 0.5 mm 厚のガラス板を超える耐衝撃性能が得られる。

【0185】よって、140 μm 厚の熱硬化 HB 材が 140 μm 厚のガラス板部に与える応力を数式 20、数式 22 から算出する。

30

は数式 12 及び数式 37 のように直せる。

【0172】

【数 47】

… (数式 12)

【数 48】

性を得る構成とするには、上記考察に従い、数式 13 若しくは数式 14 を満たせばよい。

【0174】

【数 49】

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{(E_r \times h_r) + (E_g \times h_g)\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \quad \dots (\text{数式 13})$$

【数 50】

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{E_g \times h_g\} \geq 3.4 \times 10^{-4} \quad \dots (\text{数式 14})$$

【0178】また、数式 14 に従って考察すると、軽量を十分に確保してガラスの厚みを 100 μm 以下とし、ガラスの圧縮歪みを 3.4×10^{-4} 以上として同時に耐衝撃性能も確保するためには、数式 15 を満たせばよい。

【0179】このようなガラス板の薄型化検討をすることにより、表示素子用基板製造のためのガラスの取り扱いや使用の困難さは増すことになるが、樹脂に比較的軟らかいものも採用することが可能となり、樹脂材選択の範囲を広げることが可能となる。

【0180】

【数 51】

要となり、数式 38 を満たす必要がある。

【0181】

【数 52】

$$\{\alpha_r \times (T_g - 20) \times E_r \times h_r\} \geq 2500 \text{ Pa} \cdot \text{m} \quad \dots (\text{数式 38})$$

数式 16 及び数式 39 のように直せる。

【0182】

【数 53】

$$(\alpha_r \times \Delta T \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots (\text{数式 16})$$

【数 54】

$$(\alpha_r \times (T_g - 20) \times h_r) \geq 1.2 \times 10^{-6} \text{ m} \quad \dots (\text{数式 39})$$

【0186】初めに、数式 20 よりガラス板部分に生じる圧縮歪み ε_g を算出すると、 $|\varepsilon_g| = 5.0 \times 10^{-4}$ となる。

【0187】次に、ガラスの圧縮応力 σ_g は、 $\sigma_g = 5.0 \times 10^{-4} \times 72.5 \text{ GPa} = 36.3 \text{ MPa}$ となる。よって、基板総厚 0.3 mm 以下で、0.5 mm 厚のガラス板を超える耐衝撃性を満足するには、数式 17 若しくは数式 8 を満たせばよい。

【0188】

【数 55】

31

$$\{(\alpha_g - \alpha_r) \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{(E_r \times h_r) + (E_g \times h_g)\} \\ \geq 5.0 \times 10^{-4}$$

【0189】

$$\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / \{E_g \times h_g\} \geq 5.0 \times 10^{-4}$$

【数56】

… (数式40)

このとき、ガラス板を使用して樹脂からなる材料の層を挟持して表示素子用基板を製造することを考慮すると、ガラス板は製造工程で容易に取り替える程度の剛性と割れ難さが必要となる。そのような要求を満足するガラス板の厚みは、大よそ30 μ m以上であり、ガラス板厚の合計は60 μ m以上が望ましい。

【0190】そして、実際に表示素子用基板の製造に使用した経験から、比較的容易に取り扱えるようにするには、一枚のガラス板の厚みは50 μ m以上であり、ガラス板厚の合計は100 μ m以上がより望ましい。

【0191】更に、工程上、容易に取り扱えるようにするには、一枚のガラス板の厚みは70 μ m以上であり、ガラス板厚の合計は140 μ m以上がより望ましい。

【0192】次に、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板において、一対のガラス板間に挟持された、樹脂からなる材料の層について説明する。

【0193】本発明にかかる実施形態である表示素子用基板において、一対のガラス板間に挟持された、樹脂からなる材料の層は、基板の耐衝撃性を確保するため、該ガラス板に十分な圧縮歪みを与えることのできる材料、つまり、上記した条件を満たして所望の圧縮応力をガラス板部分に付与可能な特性を有する樹脂系の材料であればいずれも使用可能である。

【0194】そして、上記したように、安定的に高い耐衝撃性能を有する表示素子用基板を提供できよう、一対のガラス板で挟持する樹脂からなる材料の層は熱硬化性の材料からなることが好ましい。

【0195】このとき、例えば熱硬化性の樹脂材料であっても、ポリウレタンのように軟らかい材料の使用は、形成される圧縮応力が小さいため好ましくない。エポキシ樹脂など硬い樹脂の使用が好ましい。

【0196】尚、エポキシ樹脂については、着色が無いものを選択することが可能であり、薄膜を形成し表示素子用基板に用いた場合高透過率の基板を提供することが可能であり、その点でも好ましい。

【0197】次に、数式20などに示されるようにガラス板に与える圧縮応力をより大きくするため、温度変化幅 ΔT をより大きくできる、すなわち T_g がより高い樹脂系材料の使用が好ましい。

【0198】更に、樹脂系材料の高 T_g 化には樹脂材に無機材料の特徴を取り入れることが有効であり、有機物の長所と無機物の長所（高温条件下での力学特性に優れ、高耐熱性。）を併せ持つ材料、すなわち無機-有機ハイブリッド材料の使用が好ましい。

【0199】このとき、温度変化幅の上限は通常樹脂材

32

… (数式17)

の T_g で決まるが、特開2000-109709号公報により開示された新しい技術である重付加型の熱硬化樹脂と有機ケイ素化合物を用いて合成された無機-有機ハイブリッド材料は、熱硬化樹脂にエポキシ樹脂を使用することが可能である。

【0200】そして、もともと硬いエポキシ樹脂をベースとしているため、硬さの確保が容易であり、高 T_g であり、更に基板製造時に T_g を超えて温度を加えた場合、温度変化幅 ΔT の上限は T_g ではなく、加えた温度そのものとなるという特徴も併せ持っている。

【0201】図8は、本発明にかかる実施例である表示素子用基板に使用したエポキシ樹脂ベースの無機-有機ハイブリッド材料と比較例であるエポキシ樹脂の粘弾性評価結果を示すグラフである。

【0202】図8に示すように、本発明にかかる実施例である表示素子用基板に使用した無機-有機ハイブリッド材料は、以下に詳述する構造、製造方法によるが、 T_g 以上の温度でも弾性率の低下程度が、比較例であるエポキシ樹脂他の一般の樹脂材に比べて著しく低い。

【0203】従って、温度変化幅 ΔT については、 $\Delta T = (\text{樹脂を効果させた温度}) - (\text{製品温度})$ 、とすることができ。

【0204】すなわち、製造工程中に高い温度を加えれば、その分をそのままガラス板に加える圧縮応力を反映させることが可能であり、圧縮応力を制御して非常に大きくすることが可能である。

【0205】よって、本発明にかかる表示素子用基板においては、重付加型の熱硬化樹脂と有機ケイ素化合物を用いて合成された無機-有機ハイブリッド材料の使用が好ましい。そして、硬く、高透過率の薄膜形成可能なエポキシ樹脂をベースとしたエポキシ-ケイ素系の無機-有機ハイブリッド材料の使用がより好ましい。

【0206】次に、本発明において使用可能な無機-有機ハイブリッド材料の具体的分子構造について説明する。

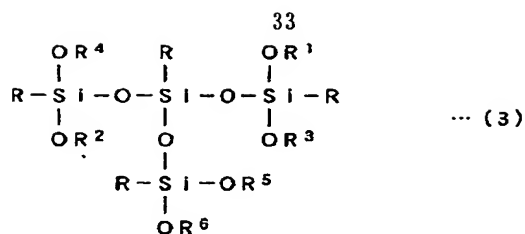
【0207】無機-有機ハイブリッド材料には、化学式3又は化学式4の化合物と重付加型熱硬化樹脂とからなる無機-有機ハイブリッド材料の使用が好ましい。かかる材料は該重付加型熱硬化樹脂の硬化剤を添加して使用するが、熱硬化前の粘度が低く、成型して行う表示素子用基板の製造が容易であり、希望の形状に成型することが容易となる。

【0208】

【化3】

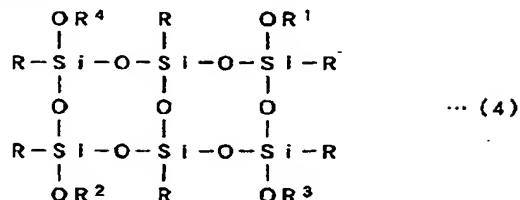
40

50

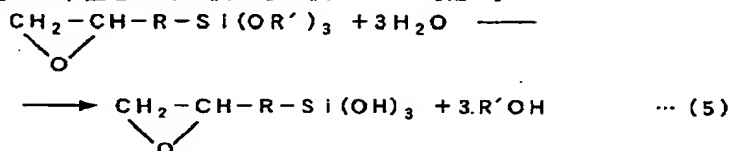


【0209】

【化4】

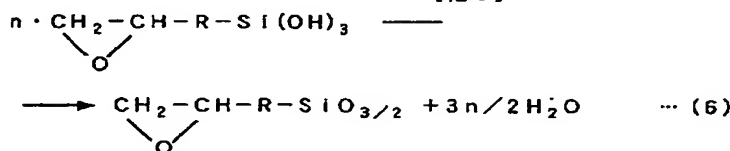


【0210】【ただし、化学式3及び化学式4において、Rは上記重付加型熱硬化性樹脂の硬化剤と付加反応を起こす官能基を含む有機基であり、かつ、R¹～R⁶は(SiOR_{3/2})を繰り返しの単位として0個から3個



【0214】

【化6】



【0215】【ここで、化学式5、化学式6においてR、R'は有機基を示す】

化学式5はアルコールの生成を伴う有機ケイ素アルコキシドの加水分解であり、化学式6は水酸化有機ケイ素の脱水縮合反応である。

【0216】これら化学式5、化学式6に示す反応をエポキシ樹脂中で行い、適当な反応進行の後、エポキシ樹脂用硬化剤、例えばアミン系化合物、4級アンモニウム塩、ジシアンアミド、カルボン酸無水物、三フッ化ホウ素-アミンコンプレックス、有機酸ヒドラジド、イミダゾール系化合物、フェノール、クレゾール、キシリノール若しくはフェノール樹脂等の硬化剤を添加する場合、有機ケイ素化合物にエポキシ基が含まれるため、有機ケイ素化合物中及びエポキシ樹脂中のエポキシ基と硬化剤中のアミノ基等反応性官能基との付加反応が起こる。

【0217】更に反応が進むと、硬化剤と共有結合を形成した状態の有機ケイ素化合物が均一に分散したエポキシ-ケイ素系の無機-有機ハイブリッド材料が生成される。すなわち、有機ケイ素材料が均一に分散したエポキシ-ケイ素系無機-有機ハイブリッド材料からなる表示素子用基板の製造が可能となる。

有する含ケイ素基である。】

無機-有機ハイブリッド材料の作製法の一つとしてソル-ゲル法を利用する方法がある。この方法では、有機化合物が分解されない100～150℃程度の温度範囲でマイクロメートルオーダー若しくはそれ以下のオーダーの有機金属酸化物若しくは金属酸化物を有機高分子マトリクスの中に形成することが可能となる。

【0211】従って、ハイブリッド化の方法としてソル-ゲル法の利用が適しており、ソル-ゲル法はエポキシ樹脂を有機高分子マトリクス用の材料として使用することが可能である。

【0212】そして、このエポキシ樹脂を用いたハイブリッド化において行われるソル-ゲル反応については、エポキシ型有機ケイ素アルコキシドを原料に用いた場合を例に挙げると、化学式5、化学式6に示した反応となる。

【0213】

【化5】

【0218】なお、上記化学式5、化学式6に示す反応をエポキシ樹脂中で行う場合、開放系で反応を行うことが可能である。

【0219】そして、反応容器に蒸留装置を備えるなどし、窒素ガスを流しながら蒸留を行い、生成するアルコールと水の少なくとも一部を反応器中から除去しながら反応を進行させることも可能である。

【0220】この蒸留法を利用することによりソル-ゲル反応の進行を促進することが可能となり、反応時間、ひいては基板製造時間の短縮が可能となる。また蒸留法は真空状態でアルコールや水などを除去する方法に比べ、マイルドに反応系からアルコールや水などを除去することが可能であり、反応が急激に起こって、生成物に着色が生じることを抑制することが可能となり、高透過率の表示素子用基板の製造が可能となる。

【0221】そして、窒素雰囲気下での反応が可能となるため、酸素を遮断するという効果もあって、最終的に生成されるエポキシ-ケイ素系の無機-有機ハイブリッド材料の着色がより抑制され、高い透過率を有する表示素子用基板の製造が可能となる。

【0222】また、反応系の中から反応生成物であるア

ルコールを除去するため、生成物である有機ケイ素アルコキシドの加水分解生成物の熱的安定性を向上させることが可能となる。

【0223】その結果、該有機ケイ素アルコキシドの加水分解生成物とエポキシ樹脂からなる混合物のポットライフが長くなり、一度に大量の有機ケイ素アルコキシドの加水分解反応を行い、得られた生成物から必要量だけを用いて表示素子用基板の製造を行い、残った分を次回以降の表示素子用基板の製造に使用することができる。

【0224】すなわち、表示素子用基板の製造工程の簡素化が可能となり、低コストでの表示素子用基板の製造が可能となる。

【0225】そして更に、反応容器に還流装置を備えるなどし、窒素ガスを流しながら還流を行い、生成するアルコールと水を反応容器中で還流させながら反応を進行させることも可能である。

【0226】この還流法を利用することによりゾルゲル反応の進行を促進することが可能となり、反応時間、ひいては製造時間の短縮が可能となる。また窒素雰囲気下での反応が可能となるため、最終的に生成されるエポキシ-ケイ素系の無機-有機ハイブリッド材料の着色が抑制され、高い透過率を有する表示素子用基板の製造が可能となる。

【0227】また、上記化学式5、化学式6の反応を予め独立に行って有機ケイ素アルコキシドをオリゴマー化させた後、得られたオリゴマーをエポキシ樹脂に加え混合し、更にエポキシ硬化剤を加えて反応させ、エポキシ-ケイ素系の無機-有機ハイブリッド材料を生成することも可能である。

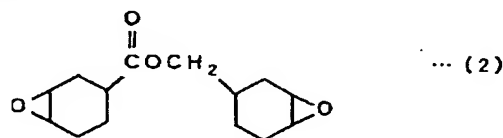
【0228】ゾルゲル法によるオリゴマー化反応をエポキシ樹脂と分けて行うことにより、ゾルゲル反応によって引き起こされるエポキシ樹脂中での副反応を抑制することが可能となり、エポキシ樹脂の着色を抑制でき、より高い透明性を備えたハイブリッド材料の提供、ひいてはそれを用いた表示素子基板の提供が可能となる。

【0229】以上のようなハイブリッド材料の提供に適するエポキシ樹脂としては、ビスフェノールA、ビスフェノールF、テトラブロモビスフェノールA、テトラフェニロールエタン、フェノールノボラック、若しくはオークレゾールノボラックを主原料とするフェノール系のグリシジルエーテル型エポキシ樹脂、ポリプロピレングリコール若しくは水添ビスフェノールAを主原料とするアルコール系のグリシジルエーテル型エポキシ樹脂、ヘキサヒドロ無水フタル酸若しくはダイマー酸を主原料とするグリシジルエステル型エポキシ樹脂、ジアミノフェニルメタン、イソシアヌル酸若しくはヒダントインを主原料とするグリシジルアミン型エポキシ樹脂、p-アミノフェノール若しくはp-オキシ安息香酸を主原料とする混合型のエポキシ樹脂、又は下記化学式2のエステル

を主原料とするエポキシ樹脂及びそれらの混合物の使用が可能である。

【0230】

【化2】



【0231】次に、表示素子基板の製造に使用するハイブリッド材料におけるケイ素成分の含有量についてであるが、ハイブリッド材料中に含まれるケイ素がすべてSiO₂になったと仮定した場合の計算値、すなわちSiO₂換算量として定義することができる。具体的算出方法は、使用するエポキシ樹脂と硬化剤と加水分解後の有機ケイ素アルコキシドの量の総和で、使用する有機ケイ素中のケイ素がSiO₂になったときの量を割り算して求める。

【0232】そして、表示素子基板の製造に好適なハイブリッド材料におけるケイ素成分の含有量についてであるが、無機物の特徴を備え耐熱性を向上するため、0重量%より多いSiO₂換算量が必要である。そして30重量%より少ないSiO₂換算量とすることが望ましい。

【0233】SiO₂換算量が30重量%より多い場合、化学式3又化学式4の化合物をハイブリッド材料中に均一に分散させることは困難となり、化学式3又化学式4の化合物の偏在が発生してしまう。その結果、製造される表示素子用基板は脆くなり、落とした場合などの衝撃に対し割れやすくなってしまふ。

【0234】そして、SiO₂換算量については、4重量%以上15重量%以下とすることがより好ましい。

【0235】SiO₂換算量を4重量%以上とすることで無機-有機ハイブリッド化の効果が顕著となり、耐熱性により優れた表示素子用基板の提供が可能となる。そして、15重量%以下とすることにより、化学式3又化学式4の化合物をハイブリッド材料中に均一に分散させることが可能となり、製造される基板の脆さの一因となる化学式3又化学式4の化合物の偏在を十分抑制することが可能となる。

【0236】以上、本発明にかかる実施形態である表示素子用基板において、上記説明をした樹脂からなる材料の層を用いて一對の適当な厚さのガラス板間に挟持することにより、高い耐衝撃性能を有した薄型・軽量・高信頼性の表示素子用基板の提供が可能となる。

【0237】（実施例）以下、実施例を挙げて本発明にかかる実施形態である表示素子用基板及びそれを使用した表示素子について詳細に説明する。

【0238】（実施例1）初めに、本発明にかかる第一実施例である表示素子用基板を構成するエポキシ-ケイ

素系無機-有機ハイブリッド材料からなる層の原料となるワニスとを調合する。

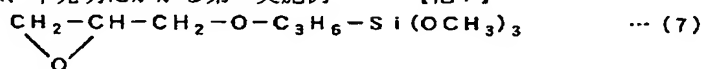
【0239】 SiO_2 、換算量が8wt%となるように、化学式7に示す3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン(以下、GTMSと略称する)13.2gと精製水1.3gと化学式9に示すジラウリン酸ジ-n-ブチル錫0.13gとを反応容器中混合し、一晚室温条件下で放置する。

【0240】次に、化学式8に示すエポキシ樹脂を30g加え、30分間室温で攪拌する。

【0241】次に、反応容器に蒸留装置を装着し、窒素ガスを流し反応液中に生成するメタノール(水)を蒸留法により除去ながら、150℃で4時間加熱攪拌する。

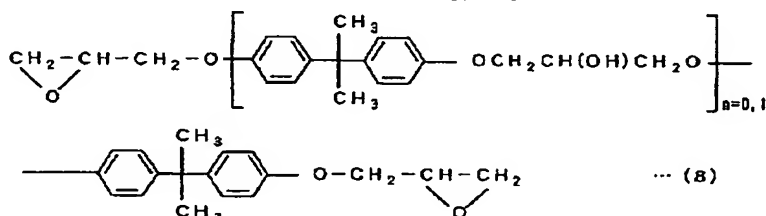
【0242】次に、加熱を止め、室温まで反応液の温度を戻した後、エポキシ硬化剤として化学式10に示すフェノール樹脂16.5gと硬化促進剤であるトリフェニルホスフィン0.3gを加え、80℃で2分間加熱する。

【0243】次に、図9は、本発明にかかる第一実施例



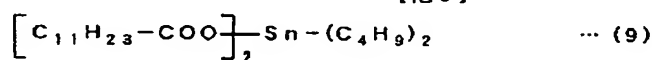
【0248】

【化8】



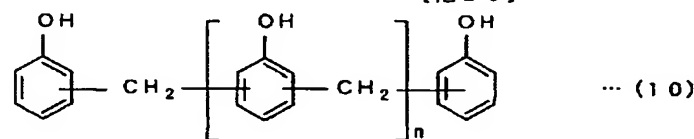
【0249】

【化9】



【0250】

【化10】



【0251】次に、このプレス成型セットを120℃で15分間及び160℃で120分間プレス成型する。

【0252】プレス終了後、図2に示す、対向する一对のガラス板2、3と、一对のガラス板2、3の間に挟持された厚さ140 μm のエポキシ-ケイ素系無機-有機ハイブリッド材料からなる層4とから構成され、大きさ30mm \times 70mm、厚み0.28mmである表示素子用基板1(ガラス/HB材/ガラス=70/140/70の構成)を得る。

【0253】得られた本発明にかかる実施例である表示

である表示素子用基板のプレス成型方法を説明する図である。図9に示すプレス成型方法に従い本発明にかかる第一実施例である表示素子用基板1を製造する。

【0244】上記方法により得られたワニス31を、ポリイミドシート32上に置かれ、予め120℃に予備加熱された、縦30mm、横70mm、厚み70 μm ガラス板3の上に流すようにして塗布する。

【0245】そして、最終的に得られる基板の厚みが通常使用されるガラス製の表示素子用基板と比べて十分に薄い0.3mm程度となるよう、スペーサ33を用いて厚みを調整しながら、もう一枚の縦30mm、横70mm、厚み70 μm のガラス板2と50 μm 厚のポリイミドシート34で挟み込む。

【0246】次に、得られた積層構造物を一对のステンレス製鏡板(2mm厚)35、36で挟持し、更にその上からアミド繊維(3.8mm厚)37、38で挟み込んでプレス成型セット30を構成する。

【0247】

【化7】

素子用基板1においては、ガラス板2、3の部分に圧縮歪みが内在されている。

【0254】そして、ガラス板2、3の部分に内在された圧縮歪みは、挟持されたエポキシ-ケイ素系無機-有機ハイブリッド材料からなる材料の層4によってガラス板2、3部分に付与された圧縮歪みである。

【0255】本実施例において使用した上記エポキシ-ケイ素系無機-有機ハイブリッド材料の物性は、次の通りである。

【0256】 $T_g = 145^\circ\text{C}$

$\Delta T = (\text{HB材の硬化温度} = 160^\circ\text{C}) - (\text{耐衝撃性評価温度} = 20^\circ\text{C})$

$$= 140^{\circ}\text{C} (= 140\text{K})$$

α_r (HB材料の線膨張係数) $= 88 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$

E_r (HB材の弾性率) $= 2.4 \text{GPa}$

HB材の厚み $= 140 \mu\text{m}$

また、同様に使用したガラス板の物性は次の通りである。

【0257】 α_g (使用ガラスの線膨張係数) $= 5.1 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$

E_g (ガラスの弾性率) $= 72.5 \text{GPa}$ (ギガパスカル)

ガラスの厚み総計 $= 140 \mu\text{m}$ ($70 \mu\text{m} \times$ 上下2枚)

以上の物性値と、先に説明した数式20よりガラス板2、3部に内在された圧縮歪みは 4×10^{-4} であることがわかる。

【0258】 同様に、数式26に従う $\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\} / (E_g \times h_g)$ 値は 4×10^{-4} と算出できる。同様に、 $\{\alpha_r \times \Delta T \times (E_r \times h_r)\}$ 値は $4100 \text{Pa} \cdot \text{m}$ 、 $\{\alpha_r \times \Delta T \times h_r\}$ 値は $3.0 \times 10^{-4} \text{m}$ と算出でき、式III及び式IVに示した関係を満たしている。

【0259】 次に、得られた本発明にかかる実施例である表示素子用基板1の光透過率を測定したところ、波長 400nm の光透過率が 93% 、波長 540nm の光透過率が 97% であり、非常に高い透過率を示すことがわかった。

【0260】 従って、本発明により、高透過率を示す表示素子用基板の提供が可能となることがわかった。

【0261】 そして、得られた本発明にかかる実施例である表示素子用基板1の重量を測定した。サンプルの大きさは $10 \text{mm} \times 10 \text{mm}$ とし、同じ大きさの 0.3mm 厚のガラス板と重量を比較した。

【0262】 その結果、本発明にかかる実施例である表示素子用基板1は 0.0455g と非常に軽量であるのに対し、比較例であるガラス板の重量は 0.0713g であり、同等の厚みでありながら本発明にかかる実施例である表示素子用基板1はガラス板に比べ、約4割の重量低減が可能であることがわかった。

【0263】 従って、本発明により、軽量な表示素子用基板の提供が可能となることがわかった。

【0264】 次に、得られた本発明にかかる実施例である表示素子用基板1の耐熱性を試験した。

【0265】 初めに 150°C に設定されたオープンの中で1時間放置し、その後着色の有無を目視にて調べた。着色は見られなかった。

【0266】 次に、別のサンプルを 200°C に設定されたオープンの中で1時間放置し、その後着色の有無を透過率の測定を行うことにより調べた。波長 400nm の光透過率が 91% 、波長 540nm の光透過率が 98% であり、加熱前と同様の非常に高い透過率を維持していることがわかった。

【0267】 以上より、本発明にかかる実施例である表示素子用基板1は、高い耐熱性を有することがわかった。従って、本発明により、高い耐熱性を有する表示素子用基板の提供が可能となることがわかった。

【0268】 また、一対のガラス板に挟持されたエポキシ樹脂系無機-有機ハイブリッド材料からなる材料の層の粘弾性特性を調べるため、上記した本発明にかかる実施例である表示素子用基板の製造において、一対のガラス板を使用せず、上記エポキシ樹脂系無機-有機ハイブリッド材料のみを上下ポリイミドシート間に挟みこんで上記と同様のプレスを行い、硬化させたサンプルを製造した。

【0269】 更に、比較例としては、GTMSと精製水と化学式9に示すジラウリン酸ジ-n-ブチル錫とを使用せず、上記と同様の化学式8に示すエポキシ樹脂と、エポキシ硬化剤として化学式10に示すフェノール樹脂と硬化促進剤であるトリフェニルホスフィンを用い、同様のプレス成型方法に従い、同様の条件でプレス成型を行い、ハイブリッド化されていないエポキシ樹脂サンプルを得た。

【0270】 そしてこれらサンプルを用い、それぞれの粘弾性特性を評価した。結果は、図8に示した。

【0271】 図8より、比較例であるエポキシ樹脂サンプルにおいては、ガラス転移点(T_g)である 145°C 近辺で粘弾性特性が急激に低下しているのに対し、本実施例に使用されたエポキシ樹脂系無機-有機ハイブリッド材料サンプルでは 145°C 近辺での粘弾性特性の低下が軽微であり、 T_g 以上での弾性定数は比較例であるエポキシ樹脂サンプルと比べ一桁以上高いことがわかった。

【0272】 (実施例2) 次に、表示素子用基板総厚、使用ガラス板厚、及び樹脂からなる材料の層の厚さ等条件と、耐衝撃性能との関係を明らかにし、本発明にかかる実施例である表示素子用基板において、軽量薄型性を確保しながら例えば 0.3mm 厚や 0.5mm 厚のガラス板以上の耐衝撃性能を満足する最適な条件を明らかにするため、表示素子用基板総厚、使用ガラス板厚、樹脂からなる材料の層の厚さ等、構成要件を種々変えた本発明にかかる実施例である表示素子用基板を製造した。

【0273】 ガラス/HB材/ガラス $= 70/140/70$ の構成を有する上記第一実施例である基板製造において使用したのと同じエポキシ樹脂系無機-有機ハイブリッド材料の原料ワニスを用い、使用するガラス板に $50 \mu\text{m}$ 厚、 $100 \mu\text{m}$ 厚及び $200 \mu\text{m}$ 厚のものをそれぞれ使用し、またプレス時のスペーサの厚みを調整して表示素子用基板におけるHB材からなる材料の層の厚さを適宜調整し、上記第一実施例の表示素子用基板と同様の方法に従い、本発明にかかる別の実施例である表示素子用基板を製造した。

【0274】得られた表示素子用基板は、ガラス/HB材/ガラス=50/90/50の構成、ガラス/HB材/ガラス=100/100/100の構成、及びガラス/HB材/ガラス=200/420/200の構成の3種である。

【0275】それぞれの透過率はガラス/HB材/ガラス=50/90/50の構成で98%（波長400nm）、ガラス/HB材/ガラス=100/100/100の構成で94%（波長400nm）、ガラス/HB材/ガラス=200/420/200の構成で85%（波長400nm）であり、歪みや撓みが無く、高い透過率の表示素子用基板が得られた。

【0276】（実施例3）次に、第一実施例及び第二実施例で説明した製造方法にかかる4種の本発明の実施例である表示素子用基板（ガラス/HB材/ガラス=70/140/70、50/90/50、100/100/100、及び200/420/200の4種の構成）を用い、耐衝撃性を評価した。

【0277】評価方法は概略を図6に示したが、木製の試験台上に静置された各サンプル基板（30mm×70mmの大きさ）21の中央部上に、12.7mmφで重さが8.343gである鉄製金属ベアリング球22を落下させ、サンプル基板21内部での割れの発生の有無を評価する落球試験に拠った。

【0278】また、比較例として同じ大きさで、厚みがそれぞれ50μm、100μm、200μm、300μm（0.3mm）及び500μm（0.5mm）のガラス板を用い、同様の落球試験を行い耐衝撃性能の比較を行った。

【0279】本発明にかかる実施例である表示素子用基板及び比較例であるガラス基板の落球試験の結果は図7の表にまとめて示した。

【0280】ガラス/HB材/ガラス=100/100/100の構成を有する実施例である表示素子用基板は、0.3mm厚のガラス板と同等の耐衝撃性能を示すことがわかった。

【0281】また、ガラス/HB材/ガラス=50/90/50の構成を有する実施例である表示素子用基板は、0.5mm厚のガラス板と同等の耐衝撃性能を示すことがわかった。

【0282】更に、ガラス/HB材/ガラス=70/140/70の構成を有する実施例である表示素子用基板は、0.5mm厚のガラス板を超える耐衝撃性能を示すことがわかった。

【0283】以上より、本発明にかかる実施例である表示素子用基板は、高い耐衝撃性能を示すことがわかった。従って、本発明により、高い対処劇性能を示す表示素子用基板の提供が可能となることがわかった。

【0284】（実施例4）本発明にかかる第一実施例である上記ガラス/HB材/ガラス=70/140/70

の構成を有する表示素子用基板を用い、所謂TN（ツイストネマチック）モードの液晶表示装置を製造した。

【0285】はじめに、第一実施例である表示素子用基板を2枚用い、公知のスパッタリング法を利用して200℃の温度条件下、各基板の片面全面に透明導電材料であるITO（インジウムチンオキサイド）の層を100nmの厚みで形成した。

【0286】得られたITO電極付き基板は反りも無く、平坦で、高い透明性を有していた。

【0287】このITO層の形成された基板を夫々同様にエッチング処理し、ITO層をストライプ状にパターンニングし、各基板上にストライプ電極を形成した。このときストライプ電極を構成する各一本毎の電極の幅は6mmであり、隣接する電極間の間隔は0.5mmとした。

【0288】次に、各基板の電極が形成された面に液晶を配向させるためのポリイミド配向膜を配設するため、ポリイミドの前駆体であるポリアミック酸のワニス（固形分濃度2%）をスピンコート法により塗布し、溶剤を除去するため80℃で仮乾燥した後、200℃で15分間焼成を行った。こうして基板の電極上には100nmの厚みでポリイミド配向膜が形成された。

【0289】次に、液晶分子を配向させるため、各基板のポリイミド配向膜表面をラビング処理した。ラビング処理はフジオカ製のラビング機を使用し、100mmφのラビングロールにレーヨン製のバフ布を巻いて行った。ラビング条件はラビングロールの回転速度を1000RPM、基板の送り速度を30mm/秒、押し込み量を0.4mmとした。ここで、押し込み量とは、ポリイミド配向膜表面から基板側に押し込まれる量のことである。ラビング方向は、ストライプ電極の長軸に対し平行とした。

【0290】次に、ラビング処理された2枚の電極付き基板の内の一方について、その配向膜側の表示領域周辺部に熱硬化性樹脂であるシール材を塗布し、もう一方の電極付き基板の配向膜側表面にはスペーサを散布した。

【0291】そして、配向膜におけるラビング方向（液晶配向方向）が互いに90度の角度をなし、且つ、外部から電圧を印加するための電極の取り出し（配線）が容易となるよう両基板を数mmずらすようにして、配向膜形成面側から張り合わせ、引き続き150℃で加熱しながら2時間加圧し、上下両基板を接着固定して液晶充填前のLCDパネルを得た。

【0292】このとき上下基板間のギャップは5μmであった。

【0293】次に、LCDパネルの開口部である封入口から液晶を注入し、注入後、封入口は紫外線硬化樹脂を用いて光封止した。

【0294】次にLCDパネルの上下両面それぞれに偏向板をクロスニコル配置となるよう貼り付けた。このとき、一方の偏向板の偏向軸は該偏向板が張られた基板上

に形成された配向膜のラビング方向（液晶配向方向）と一致するようにした。

【0295】こうして、ノーマリーオープン特性（低電圧印加時には白表示、高電圧印加時には黒表示）のTNモード液晶表示装置が得られた。

【0296】次に、むき出しになっている上下基板表面のストライプ電極を用いてLCDパネルに4Vの電圧を印加した。電圧の印加に従い、液晶が配向変化し、電圧無印加時には白表示だったパネルの表示領域が均一な黒色表示に変化した。

【0297】従って、本発明にかかる第一実施例である表示素子用基板を用い、LCDパネル製造工程を経て、液晶表示装置が製造されたことを確認した。

【0298】すなわち、本発明にかかる第一実施例である表示素子用基板はITOを電極材料に用いるための従来のLCD製造プロセスに適用することが可能であり、これを用いて液晶表示装置の製造が可能であることがわかった。

【0299】本発明によれば、表示素子用基板において、軽量化と薄型化、並びに高信頼化（高ガスバリア性）と高耐熱化、そして高い耐衝撃性も同時に満足することが可能となる。

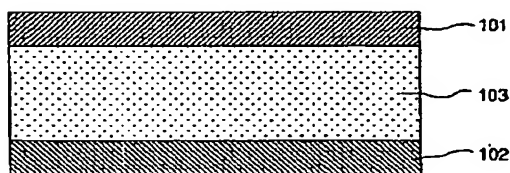
【0300】また本発明によれば、ガラス板と樹脂とを積層して構成された表示素子用基板において、ガラス板部分を割れ難くすること、すなわち0.3mm厚のガラスと同等若しくはそれ以上に耐衝撃性能を向上させることが可能である。

【0301】また本発明によれば、軽量薄型で、耐衝撃性と表示品位に優れたLCD若しくは有機EL素子等の表示素子を従来からの材料と製造工程を使用して提供することが可能である。

【0302】

【図1】

図 1



【発明の効果】本発明によれば、軽量薄型で耐衝撃性に優れた表示素子用基板が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】LCDパネル製造用に提案された従来のガラス板と樹脂フィルムからなる3層積層基板の構造を示す横断面図である。

【図2】本発明にかかる第一の実施形態である表示素子用基板の構造を示す横断面図である。

10 【図3】ガラス板と樹脂フィルムの温度変化に伴う自由伸縮を説明する図である。

【図4】ガラス板と樹脂フィルムが接着している場合に温度変化 ΔT に伴って発生する歪みを説明する図である。

【図5】積層体全体の中立軸に対する曲げ変形に伴う歪みを説明する図である。

【図6】本発明にかかる実施形態である表示素子用基板の落球試験の方法を説明する図である。

【図7】本発明にかかる実施形態である表示素子用基板の落球試験の結果をまとめた表である。

20 【図8】本発明にかかる実施例である表示素子用基板に使用した無機-有機ハイブリッド材料と比較例であるエポキシ樹脂の粘弾性評価結果を示すグラフである。

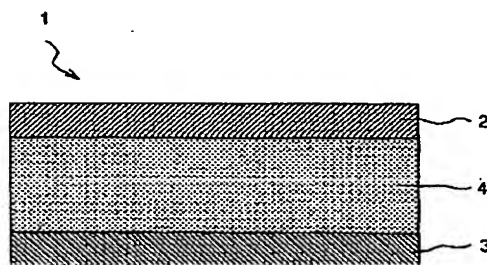
【図9】本発明にかかる第一実施例である表示素子用基板のプレス成型方法を説明する図である。

【符号の説明】

1…表示素子用基板、2、3、11、12、16、17…ガラス板、4、13…樹脂からなる材料の層、15…積層体、18…樹脂フィルム、19…中立軸、20…曲げモーメント、21…サンプル基板、22…金属球、30…プレス成型セット、31…ワニス、32、34…ポリイミドシート、33…スペーサ、35、36…鏡板、37、38…アミド繊維。

【図2】

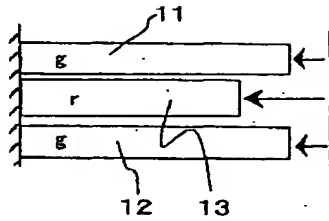
図 2



【図 3】

図 3

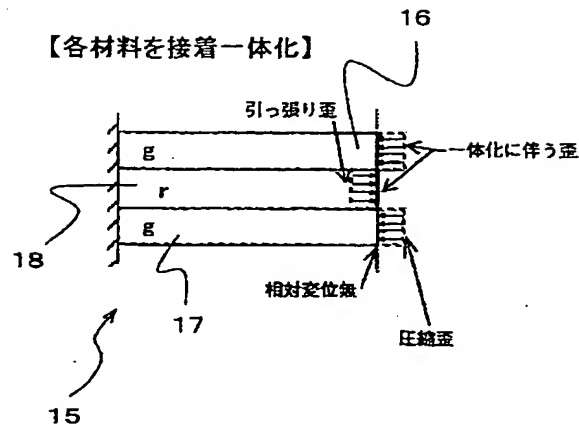
【各材料接着無し：自由伸縮】



【図 4】

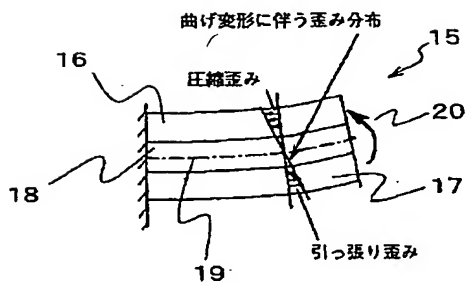
図 4

【各材料を接着一体化】



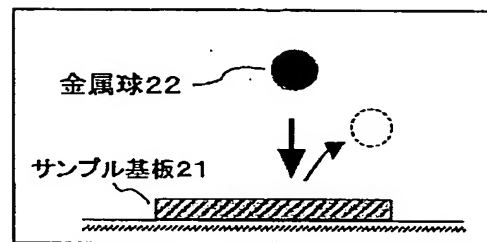
【図 5】

図 5



【図 6】

図 6



【図 7】

図 7

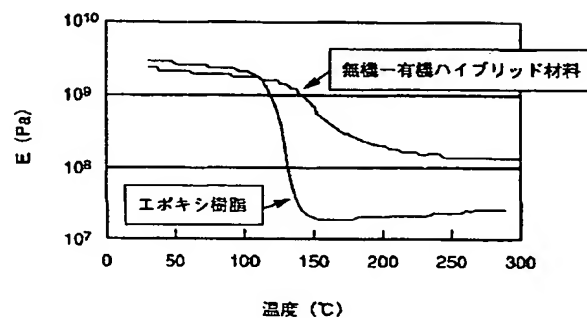
表. 表示素子用基板の落球試験結

	基板総厚	ガラス厚み	落下高さ				
			10cm	15cm	20cm	25cm	30cm
Ref. ガラス基板	50 μm	←	x				
	100 μm	←	x				
	200 μm	←	x				
	300 μm	←	○	x			
	500 μm	←	○	○	△	x	
サンプル基板	190 μm	50 μm	○	○	△		△
	280 μm	70 μm	○	○	○		△
	300 μm	100 μm	○	x			
	820 μm	200 μm	○	○	○		△

○=無傷、x=割れ発生、△=球の落下部位に極微細な割れ発生

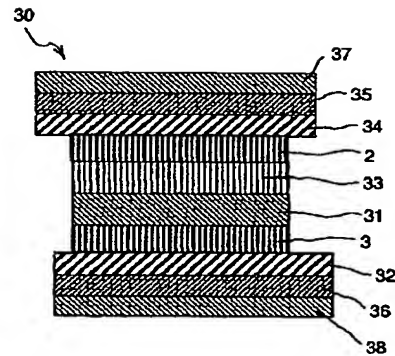
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



フロントページの続き

(72)発明者 天城 滋夫
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 大石 知司
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 近藤 克己
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

F ターム (参考) 2H090 HA04 HA08 HB13X HC05
HC08 HC17 HC18 HC20 HD01
JA08 JB02 JB11

4F100 AA01C AA20C AG00A AG00B
AH06C AK01C AK47 AK52C
AK53C AL01C AL05C AT00A
AT00B BA03 BA06 BA10A
BA10B DG01 EJ17 EJ172
EJ42 EJ422 GB41 JA02A
JA02B JA05C JB13C JK07A
JK07B JK10 JL03 YY00C

4G059 AA08 AC16 FA05 FA21 FB03

5C094 AA36 AA38 AA43 AA60 BA43
DA12 DA13 EB01 EB02 FA02
FB01 FB02 FB15 HA10 JA01
JA08 JA20